

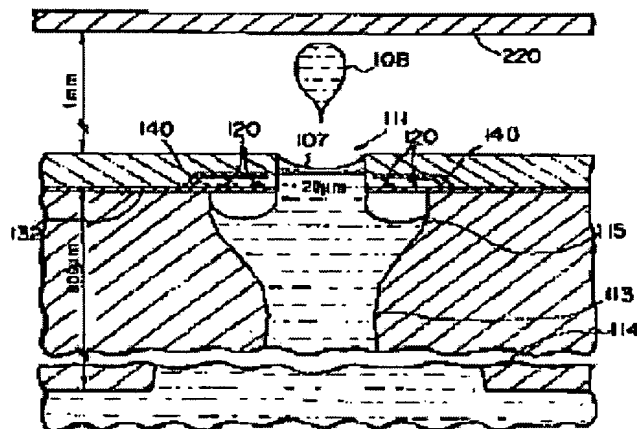
INK JET PRINT DEVICE

Patent number: JP5338178
Publication date: 1993-12-21
Inventor: SILVERBROOK KIA
Applicant: CANON INF SYST RES AUSTRALIA PTY LTD;;
CANON INC
Classification:
- **International:** B41J2/05; B41J2/16
- **European:**
Application number: JP19920344944 19921224
Priority number(s):

Abstract of JP5338178

PURPOSE: To achieve accurate alignment between components by integrally forming a nozzle, a passage and a heater means in an ink jet print device.

CONSTITUTION: A roughly dome-shaped heat generating chamber 115 is formed such that an lower side of a silicon is bored by isotropic plasma etching before a nozzle barrel 113 is formed by reactive ion etching. The characteristic is a reverse action that generation of a bubble is made in a direction opposite to an ejecting direction of an ink drop. A thermal by-pass 140 introduces a heat from a nozzle region to a substrate so that a time period for sufficiently cooling the heat generating chamber 115 before the next ejection of the ink drop 108 can be reduced. As the heater has a plane structure, it is possible to accurately manage the shape and size of the heater.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 국제특허 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許公開番号

特開平5-338178

(13) 公開日 平成5年(1993)12月21日

(51) Int. Cl.

B 41 J 2/05
2/16

識別記号

国内整理番号

F I

特許表示箇所

9012-2C
9012-2C

B 41 J 3/ 04

1 0 3 B
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 51 項)

(21) 出願番号 特願平4-344944
(22) 出願日 平成4年(1992)12月24日
(31) 優先権主張番号 8 9 9 9 6
(32) 優先日 1991年12月23日
(33) 優先権主張国 オーストラリア (AU)
(31) 優先権主張番号 8 9 9 9 8
(32) 優先日 1991年12月23日
(33) 優先権主張国 オーストラリア (AU)
(31) 優先権主張番号 9 0 0 0 1
(32) 優先日 1991年12月23日
(33) 優先権主張国 オーストラリア (AU)

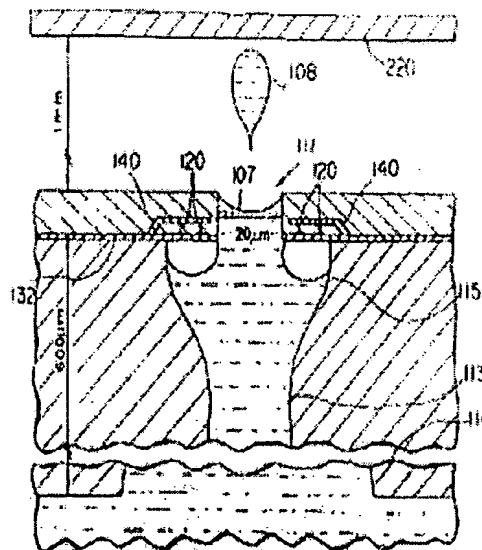
(71) 出願人 591146745
キャノン インフォメーション システムズ
リサーチ オーストラリア プロプライエタリー リミテッド
CANON INFORMATION SYSTEMS RESEARCH AUSTRALIA PROPRIETARY LIMITED
オーストラリア国 2113 ニュー サウス ウェールズ州, ノース ライド, トーマス ホルト ドライブ 1
(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェットプリントデバイス
(57) 【要約】

【目的】 2部品構造(例えばインク吐出用ヒータを配列した部品と、これに接合されて吐出口ないしはインクチャネルを構成するための部品)のインクジェット(IJ)プリントデバイスを用いる場合に生じる2部品の位置合せの精度出しおよびその維持を不要としたIJデバイスないしその応用機器を提供する。

【構成】 半導体製造技術を用い、半導体基板(130)の対向面間を貫く通路(113, 114)を形成し、その一部をインク滴(108)吐出用のノズルとするとともに、ノズルに対応してヒータ手段(120)を形成した一体のIJプリントデバイスを構成する。かかるデバイスは1部品構造であるため2部品構造の場合の問題がなく、デバイスを長尺化して記録紙の全幅対応の機器を提供することも容易となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のノズルと、該複数のノズルの各々に対応して設けられ、当該対応するノズルに導通してインクを供給するための通路と、各々の前記通路または前記ノズルに組合されたヒータ手段とを具えたインクジェットプリントデバイスにおいて、前記ノズル、前記通路および前記ヒータ手段が一体に形成されてなることを特徴とするインクジェットプリントデバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インクジェットプリント技術に関し、特に、半導体インクジェットプリントヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 インクジェットプリントヘッドはこの分野で知られており、一般にパーソナルコンピュータと共に用いられ、ポータブルで比較的価格が安いプリンタとして商業的に入手可能である。かかるデバイスの例としてヒューレットパッカード社製のもの、およびキヤノン社製のBJ10プリンタがある。

【0003】 図1および図2はキヤノン社およびヒューレットパッカード社によりそれぞれ用いられた代表的な従来のインクジェットプリントヘッドを示す概略斜視図である。

【0004】 図1にみられるように、従来のインクジェット（IJ）ヘッド1は、レーザーエッチングされたキャップ3に当接するIJ半導体チップデバイス2によって形成されている。この構造では、キャップ3が、インクの入口4を介したヘッド1への内向き流動（図中、矢印で示す）のため、および複数のノズル5を介してヘッド1からの外向きの噴出のための案内として働いている。

【0005】 ノズル5はキャップ3に端部開放チャネルとして形成されている。IJチップ2の上には1つ以上（通常64）のヒータ素子（不図示）が配置されている。ヒータ素子にエネルギーが与えられると、対応するチャネル内に形成された蒸発インクの気泡によって各ノズル5からインクが吐出される。IJチップ2は、また半導体ダイオードマトリックス（不図示）を有し、これはチャネルに臨設されたヒータ素子にエネルギーを供給するために働く。

【0006】 図2から明らかなように、従来のヒューレットパッカード社の熱式（サーマル）インクジェットヘッド10においても2部品構造が用いられている。ただし、インクはキャップ12の側面に配置された入口13を介してキャップ12に入り、キャップ12は入口13に対し直交して配置されたノズル列14を具えている。インクはキャップ12の面を通して出る。各ノズル14の直下には平板ヒータ15が配置されている。かくて、入口チャネル13からノズルへのインクの吐出を引き起こす。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の装置にあっては、その2部品構造のために、2部品間の正確な位置合せを行うに際し問題が存在する。正確な位置合せが初期的に達成できたとしても、熱膨張や収縮率が異なるとなりの範囲にわたり維持されているこの正確さが妨げられられない。このような位置合せの問題が従来の装置の性能を一般に1インチ当りドット数（dpi）400以下の画像密度に制限している。そして、固定式プリンタヘッドよりも走査式すなわち移動式プリンタヘッドに制限している。

【0008】 本発明の目的は上述の問題を解消あるいは改善するインクジェットプリントヘッド構造を提供することにある。

【0009】

【発明の概要】 本発明はインクジェットプリント技術に関し、以下の形態の一つ以上を取扱うものである。

【0010】 ・一体的に形成されたインクジェットプリントデバイス

・このようなインクジェットプリントデバイスのアクセサリ

・このようなインクジェットプリントデバイスを用いた画像再生装置

・このようなインクジェットプリントデバイスを含むインクジェットプリントヘッド

・異なる色のインクが供給されるノズルを有するインクジェットプリントデバイス

・インクジェットプリントデバイスのためのデータ調整器（phaser）

・各ノズルや通路のためのヒータがそのノズルや通路を囲むように配置されているインクジェットプリントデバイス

・各ノズルおよび通路が一對の対向面間に延びているインクジェットプリントデバイス

・記録媒体（以下、紙という）の幅（すなわち、装置を通過する相対移動の方向を横切ってプリントされる紙の寸法）にほぼ等しい長さのインクジェットプリントデバイスを含むインクジェットプリントヘッド

・このようなインクジェットプリントヘッドにおいて装置への電力接続がデバイスの全長にほぼ沿って行われるインクジェットプリントヘッド

・列をなして配置されたノズルを有するインクジェットプリントデバイスで各列のノズルが隣接する列のノズルに対し列の方向にオフセットされているインクジェットプリントデバイス

・インクジェットプリントデバイスを製造する方法

・構造の一部分から構造の他の部分へ熱を移送する一体型熱伝導体を有する一体型電子回路構造

・各ノズルに対する各ヒータ配列が、対応する電子駆動回路をそれぞれ有する複数のヒータを備えたインクジェ

ットプリントデバイス

・各ヒータ配列が、ヒータとこれに対応する電子駆動回路とが相互に離隔された複数の電子的駆動回路を備えたインクジェットプリントデバイス

・少なくとも一組の予備もしくは冗長 (redundant) ノズルおよび主ノズル組を有し、主ノズルに対応するヒータの故障を検出時に作動する冗長ノズルに対応するヒータを備えるインクジェットプリント装置

・意図したプリント位置について対応するヒータ間を接続する検知回路を設け、その対応するノズルヒータの一つの故障を検知して対応するノズルの他のヒータを作動させるようにした複数のインクジェットプリントデバイスを有するインクジェットプリンティングアセンブリ。

【0011】ここで、「Z軸インクジェットチップ (ZIJチップ)」という用語は、XY平面上にあるインクのチップに対する流入出がZ方向で行われるチップを記述するために用いられる。

【0012】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0013】本発明の一実施例の図3をまず第一に参照すると、Z軸配置のインクジェット (以下、ZIJと略する) チップ40の概略形状が示されており、このチップ40はチップの平面 (本図の下側の) に配列されたインク出入口と、その反対側のインク吐出口を備えた複数のノズルとから構成される。図1、図2と図3とを直接比較すると、従来技術の2つの部分からなる構造に対して、図3のものは単一のモノリシック集積で形成された構造を備えていることが容易に分る。このチップ40は半導体製造技術を用いて形成することができる。さらにまたインクは、インクがチップ40に供給されるのと同じ方向にノズル41から吐出される。

【0014】図4を次に参照すると、静止の (すなわち移動しない) ZIJプリントヘッド50の第1の実施例の断面が示されており、このプリントヘッドは1600 dpi (ドット/インチ) または400画素/インチの画像密度で連続的な濃淡画像を全長でA4サイズで作成するように形成されている。ヘッド50は4つのノズルアレイ、すなわちシアン71、マゼンタ72、イエロー73およびブラック74のノズルアレイを有する1つのZIJチップ70を備えている。このノズルアレイ71~74は画素当たり4つのノズルを有するノズル路 (パイプ) 77から形成され、全体でチップ70当り51、200個のノズルを与える。図4の拡大部分はシリコン基板76に形成された基本的なノズル断面を示し、そのシリコン基板76上に熱SiO₂ (二酸化シリコン) の層78が形成されている。ヒータ素子79はノズル77の周囲に設けられており、化学気相沈積法 (CVD) によるガラスから成るオーバーコート層80でこの素子79

を覆っている。ノズル77のそれぞれは特定の色インク用の共通インク供給チャネル75に連通している。ZIJチップ70はチャネル膨出部60上に配置できるようになっており、このチャネル膨出部はチップ70に連続的にインク流を供給するように、共通インク供給路75と連通するインクチャネル61を有する。1つの膜 (membrane) フィルタ54が膨出部60とチップ70の間に配設されている。

【0015】2つの電源バスバー51および52がチップ70と電気的に接続されて設けられている。バスバー51および52はまたチップ70から熱を消散するためのヒートシンクとして作用する。

【0016】図5は図4に示したと同様な構造の第2の実施例のZIJヘッド20を示す。

【0017】ヘッド200はシアン、マゼンタ、イエローおよびブラックのそれぞれのノズルアレイ102、103、104および105を包含するZIJチップ100を有する。チップ100はインクチャネル101を有し、このインクチャネルはそれぞれチャネル膨出部210内のそれぞれの色のインク槽211、212、213および214と連通している。

【0018】チャネル膨出部210は、同一寸法のチップ100に対して、図4に示したもののより高い容量を持つ他の形状を有するものである。また、電源バスバー201と202をチップ100に接続するタブ接続部203および204が図示されている。膜フィルタ205も前述と同様に設けられている。

【0019】A4サイズの頁を印刷可能にするためには、ヘッド200はほぼ長さ220mm、幅15mm、深さ9mmの大きさが必要とされる。基本的な配列構成としての前述のものをいえば、多くの形態のZIJヘッドが可能である。チップ当りの実際の寸法およびノズルの個数は単にプリンタ適用時の要求性能によって決まる。

【0020】表1、表2にはZIJプリントヘッドの7つの適用例と各適用例に必要なと考えられる色々な要求を一覧表にしている。適用例の第1は低価格のフルカラープリンタ。ポータブルコンピュータ、低価格カラー複写機および電子静止画写真器に好適であると考えられる。適用例の第2はパーソナルプリンタ、パーソナルコンピュータに好適であると考えられ、適用例の第3は電子静止画写真器、ビデオプリンタおよびワークステーションプリンタに有用である。第4の適用例はカラー複写機、フルカラープリンタ、カラーデスクトップパブリッシングおよびカラーファクシミリへの適用が見い出される。第5の適用例はデジタル白黒複写機、高解像度プリンタ、ポータブルコンピュータおよび普通紙ファクシミリでの適用に見られるモノクロ装置用のものである。適用例の第6および第7は、それぞれ高速および中速度でA3サイズを連続的に濃淡で出力する、カラー複写機とカラー

デスクトップバブリングで有用な応用例を示している。適用例第7の高速バージョンは低稼働商業プリントでの使用とカラーファクシミリでの中速バージョンでの使用が見い出される。

【0021】前述の適用例は301（ピコリット）のドロップ（液滴）サイズをともなうZ1Jヘッド用に形成されていることが当業者ならば正しく理解できよう。他の形態のものも可能であり、画像品位は概性になるが、より大きなドロップサイズを用いることにより、高速動作を達成することもできる。

【0022】Z1Jチップ100の物理的構造を次に詳述する。Z1Jチップ100は、例えば、図5に図示したように、4つのノズルアレイ102～105を有し、これはそれぞれ4列のノズル路（パイプ）110（図6（A）～（D））を具備する。ノズル路110はエッチング加工によりチップ100の基板130を貫通して形成される。基板130は通例約500 μ mの深さで、また要求された適用に従って、4mm幅で220mmの長さにすることができる。図6（A）～（D）は基板130を貫通するノズル路110のエッチングを示す。Z1Jチップ100が301の液滴を吐出することができるようにするためには、各ノズル110の直径はほぼ20 μ mを必要とする。可能な製造方法の1つにおいては、図5で示す範囲で、ヒータ120をつつみ込む上掛けガラス（SiO₂）層142を有する500 μ mの深さの基板300で開始する4つの段階からなる工程が用いられる。まず最初に、図6（A）に示す工程では、ガラスオーバーコート層142を貫通して基板130内に少なくとも10 μ m入った、200 μ mの真すくな壁で囲まれた丸穴のプラズマエッチングを行う。これによりノズル先端部111を形成する。

【0023】次の工程は、図6（B）に示すように、チップ100の表側から大きなチャネル（ほぼ100 μ mの幅で300 μ mの深さ）のエッチングを行う。これによりノズル110へインク流を供給するノズルチャネル114が形成される。次の工程では、図6（C）に示すように、図6（B）において形成されたチャネル114の底にノズルパレルパターンをプリントする。ノズルパレル113はほぼ40 μ mの深さであり、チップ100の前方の10 μ m以内でプラズマエッチングがなされている。等方性のプラズマエッチングは比較的に非選択性のものなので、この方法では、ヒータ120をエッチングが貫通して破壊することなく、全容積をエッチングするに用いることはできない。

【0024】それ故、図6（D）に示すように、等方性エッチングがチップ100の前方から10 μ mの深さに、全露光されたシリコン上に用いられる。この工程の作用により、ノズル110が広げられてヒータ120を包含するSiO₂層142の下側が削除（アンダカット）される。この工程でノズルキャビティ（空洞）11

2が形成される。この工程はまたプラズマエッチングでヒータ120を損傷する危険にさらすことなくノズル先端111をパレル113に確実に連結させる。上記の寸法は単なる概算値であり、一般的な概念でのみ示されていることは当業者ならば正しく理解できよう。しかしながら、表面から裏面へのエッチングは10 μ mより良くアライメントがとられるべきであり、エッチング深さの制御もまた10 μ mより良くすべきである。このようにして、先端111、キャビティ112、パレル113およびチャネル114を含む完全なノズル路110が形成される。

【0025】ノズル先端111、熱作用室（thermal chamber）として作用するノズルキャビティ112、ノズルパレル113およびノズルチャネル114の構造は吐出のために基板100を渡るインク流の通路を形成していることが明白であろう。

【0026】キャノン社で製造された従来の集積型インクジェットヘッドはヒータ素子120としてホウ化ハフニウム（HfB₂）を用いている。現在のキャノンJ10（型番）プリンタは6501の液滴サイズを選択したヒータパラメータを有している。本発明の好ましい実施例で用いられる301の液滴サイズは、実質的に小さいので、ヒータ構造の寸法の再設定を要する。高温に到達するのを確実にするために、他方ヒータ抵抗を維持して全体の寸法を最小化するために、図7で示すような曲りくねった形状を用いることができる。さらにまた、図7に示すように、ヒータ120は主ヒータ121と冗長（redundant）ヒータ122の形態を取った2つの加熱素子から構成されており、ノズル先端111のまわりに、これを囲むように設けられている。冗長ヒータ122はZ1Jチップ100の故障許容度を増すために設けられており、それにより製造工程での歩留りを増加させる。このヒータ120の形態は、2部分の構造のためにチャネル壁の1つのみに形成している1Jチップ上にヒータが存在する従来技術と対照的である。

【0027】図8は図6（A）から図7に示すノズル路110の断面を示す。特にヒータ120とノズル先端111の相対寸法は評価できる。

【0028】図9は完成した1つのノズル熱作用室全体の図7のA-A'-B-B'ラインに沿った切断面を示す。下層130は全体的には厚さ約200 μ mのシリコンウエハである（このウエハは高温処理の後バックエッチングにより厚さ500 μ mのウエハから薄くしている）。下層130はインク通路および廃熱用熱伝導路を具備することに加え、また、ヒータ120に接続する駆動電子回路のための半導体基板としても動作する。

【0029】断熱層132はSiO₂を熱的に成長させた0.5 μ m厚の層としている。層132はいくつかの機能を有し、この機能の中には上部のバッシュション層144からヒータ120を絶縁すること、気泡の破裂

力のヒータ120に対する機械的なクッションの役割を果たすこと、およびMOS駆動回路（後述する）の集積部分としても動作することを含んでいる。

【0030】ヒータ120からインク106への最良の熱伝達を行うために、信頼性を損うことなく断熱層132はできるだけ、薄く製造するのが好ましい。断熱層132はCVD SiO₂ではなく熱的に成長させたSiO₂であるので、これにはピンホールはない。したがって、従来のインクジェットヘッドにおいて相当する層よりも断熱層132を薄くすることができる。

【0031】ヒータ120は0.05μm厚のホウ化ハフニウムもしくはその他IIIA族～VIA族の金属の酸化物の化合物の層である。これは電気駆動パルスを加熱パルスに変換するための高電気抵抗素子を提供する。HfB₂の非常に高い融点（3100℃）は、実際のヒータ温度において実質的な余裕を持つことを意味する。ヒータ120に対する電気的な接続は0.5μm厚のアルミニウムから成るヒータ接続部123により行われる。これは、第1金属層（level）134の部分として形成される。第1金属層134は0.5μm厚のアルミニウム層である。第1金属層134はヒータ120に接続する接続部123と同時に形成される。この層はヒータ120と駆動電子回路（後述）との間を接続し、同様にドライブ回路内をも接続する。本明細書において述べるカラーZIJヘッドに対しては、高速度、高画質の線幅の相互連結が要求されるので、小さい領域の中に多数のノズルが存在するという点に注目すべきである。このために、2μm程度のサイズの相互連結性が要求される。

【0032】中間断熱層136はほぼ1μm厚のCVD SiO₂またはPECVD SiO₂（PEはphoto enhanced）の層として設けられる。層136の厚さはZIJチップ100の動作のために重要である。なぜならば、この厚さがヒータ120と熱分路（heat shunt）140との間の熱的なすれを与えるからであり、それにより熱の大半が下層130よりむしろインク106に確実に伝わるからである。

【0033】中間断熱層136はまた、第1金属層136と第2金属層138との間の電気的な絶縁を行う。しかし、この役割において厚みには制限がない。

【0034】第2金属層138を設け、熱分路140と同様に電気的な接続を行うための第2層を形成する。上述の高速度ZIJヘッド（直線1mmにつき250ノズルを有する）の連結密度（interconnection density）は高いので、2μmの設計ルールを用いるとすれば2つの金属層（level）が要求される。他のヘッド設計では1つの金属層だけでもよい。1つの金属層を用いる場合は、熱分路140について他の構成が必要となる。なぜならば、この金属層は中間酸化物の面135の上部に形成されるからである。

【0035】熱分路140は約0.5μm厚のアルミニウムのディスクから形成される。この分路140は断熱層132および中間層136中のパイア410を通過して下層130と熱的に接続されるが、電気的な目的については何等役割を果たさない。熱分路140の目的はヒータ120からの廃熱を、制御されたレートで下層130に結びつけることにある。非動作時のインク106の温度を低くしておくためには、ヒータ駆動パルス間の期間に廃熱を実質的に移動させなければならない。

【0036】熱分路140は第2金属層138と同時に形成するようにされている。これは、熱分路140の厚さが第2金属層138の厚さに一致する場合に可能となる。必要とする厚さは、熱分路140とヒータ120との間の熱接続の性質により決定される。実際に接続される熱量は幾何学的に定められた特定ノズルについての正確なコンピュータモデルにより決定されることが一番良い。接続熱量は図示されたもの（図23～図26において後述）から変化させ得、もしくは熱伝導性を減少させるために熱分路140の熱接続ディスクにホールをエッチングすることにより変化し得る。他には、熱接続性は下層140の厚みを増大させることおよび／またはこれを熱伝導性の高い銀のような材料と置換することにより増大することが可能である。

【0037】熱分路140のほかの目的は厚いCVDガラスのオーバーコート142が熱せられるのを防ぐことにある。これによりこの厚い層140を介してのCVDキャリアガスの拡散が遅くなり、また、それ故にヒータ120を破壊せしめる気泡の形成を遅らせる。

【0038】オーバーコート層142はCVDまたはPECVDガラスの厚い層であり、3つの機能を有する。第1には、インク吐出のためのノズルを提供すること、第2には蒸気泡の破裂ないしは流れの衝撃に抵抗するための機械的な強度を提供すること、第3には外的環境に対する保護を提供することである。

【0039】ZIJチップ110は動作すべきプリンティングプロセスのために大気にさらされなければならないので、その表面は、それ故に密封的にシールされた機器よりも保護のレベルを増大する必要がある。オーバーコート部材142の厚さは約4μmとすることができ、この厚さは実質的には適当なノズル長さに対応してより厚くすることができる。

【0040】パッシベーション層144はタンタルまたは他の材料の0.5μm厚の層でできており、チップ100の全体構造に適合してこれを覆い、化学的および機械的な保護を行うものである。

【0041】最後に、図9におけるインク106はプリンティングメカニズムを構成する明白な機能を持つことに加えて、廃熱を移送する役割も果たす。30J（ピコリットル）のインク液滴は上昇した摄氏温度毎に概ね130Jの熱を除去する。

【0042】図10に他のヒータ構成を示す。

【0043】ここで、ヒータ440は、メインヒータ441および冗長ヒータ443を有し、これらの各々は、インク滴446を吐出するノズル445を囲む環状となっている。ヒータ441および443は堆積させたHfB₂から作られ、それぞれアルミニウム 接合部442および443をオーバーラップすることにより組合される。この形状を有するヒータ440は、下部に存在する熱作用キャビティ447を囲み、それ故に、環状のインクの気泡(図21(A)~(D)、図22(A)~(D)参照)を発生することができる。従ってこの気泡はインク滴446の全周にわたってほぼ等しい圧力を発生する。メインヒータ441および冗長ヒータ443は形状および配設位置に関して等しく、従ってそれらは等しい滴吐出特性を有する。また、ヒータ441および443のノズル445に対する偏心は僅かであり、従ってメインヒータ441が損傷し、冗長ヒータ443が使用される場合でも液滴の吐出角度は大きくは変わらない。

【0044】図9は、円筒形の穴112および細い先端部11を有し、下部側に熱作用室(thermal chamber)すなわち穴部115を形成するノズル110を示しているが、種々のノズル形状を用いることができる。そのいくつかを図11から図20までに示した。

【0045】図11において、ノズル先端部111を囲む熱作用室115は円筒状に構成され、その円筒の壁面にヒータ120を堆積させている。この配置には次のようないくつかの不利な点がある。

【0046】(1) ヒータフィルムを円筒の壁面に垂直に堆積しなければならない。また、このことは化学的な薬液により行わなければならないが、ヒータ120を所望のサイズおよび形状に作製することは大変難しい。

【0047】(2) 損傷を許容するための冗長ヒータを形成することが困難である(後述)。

【0048】(3) 吐出すべきインク106および蒸気を先端部111から排出するためだけに、ヒータ120を円筒表面内部に埋設しなければならない。

【0049】(4) 高熱伝導性を有する結晶質SiO₂の代りに用いたCVDSiO₂によりインクをヒータ120から分離させる。

【0050】図12において、熱作用室115は円錐形として構成される。このことによりエッチングされるヒータ120の抵抗値を増大させることができる。この構成は以下の困難がある。

【0051】(1) 円錐の角度が大きすぎる(円錐が平らな)場合、ノズル110内は毛細管現象によりインク106が満たされない。

【0052】(2) 円錐の角度が小さすぎる(円錐が尖っている)場合、熱作用室が円筒形であるときと同様、ヒータ120を作製することがさらに困難である。

【0053】(3) ノズルバレル(ノズル円筒)123は大変狭くなり、インクリフィル時間が増大する。

【0054】図13はほぼ半球形状を有する室を示す。そのほぼ半球状の室に面して円錐台形状の部分が設けられ、その部分にヒータ120が形成されている。

【0055】図14~図19は、それぞれ6つの好適なノズル構成を示す。これら構成によって、単一構造、1600dpiのプリントを可能とする301の小液滴サイズ、フォールトトレランスのヒータ構成、および基板の表面のいずれかにおいて一定の間隔をおき、多色プリント装置に用いることのできるノズルが可能となる。さらに、以下に示すノズル構成の製造についてのより詳細な説明は本明細書において後述される。

【0056】図14には、ほぼ半球状をなす熱作用室115が示される。この熱作用室115は、ノズルバレル113が反応性イオンエッチング(RIE)によって形成される前に、等方性プラズマエッチングによりシリコンの下側をくり抜くことによって形成される。この構成の特徴は、気泡116の生成が、インク滴108の吐出方向と反対の方向になされるという逆作用にある。熱分路140は、ノズル領域から基板130へ熱を導き、これにより、次のインク滴108の吐出に先立つ熱作用室115の十分な冷却に要する時間が短くなる。

【0057】この構成は、ヒータ120が平面構造であるという利点を有し、これにより、ヒータの形状およびサイズを正確に管理することが可能となる。また、ヒータ120とインク106との間の熱的結合は重要なものである。何故なら、ヒータ120は、CVDガラスよりも熱伝導性の高いSiO₂層132によってインク106から隔てられているからである。また、この層は、CVDガラスによって同様の層を形成した場合に較べて、ピンホールが生じる傾向を増大させずにより薄く形成することができる。このノズル構成は、バレル113の熱作用室115に入り込んでゆく部分の傾斜およびパッシベーション層144(図9参照)とインクとの接触角とに依存して、毛管作用によるインクの自動的な充填を可能とする。

【0058】本構成の種々の短所は、気泡の生成がインク吐出方向とは反対方向になされ、気泡生成の吐出に対する効率が減少するという上記逆作用に存在する。また、ノズル領域を形成するためにCVDガラスの厚い被覆層を必要とする。加えて、シリコン基板130のほぼ600μmにわたる長い経路を介して無駄な熱を放出しなければならない。このことは、ノズル密度および/または吐出周波数にある限界を与える。本構成の他の短所は、バレル113が熱作用室115に入り込む角度が細かく管理されない場合には、毛管作用によってノズル110にインク106を充填する際の潜在的困難性に関するものである。

【0059】図15は以下に示す配置構成を除いて、図

14の構成と同様の構成を示す。すなわち、図15において、チップ100を通るインク106の流れの方向は、図14に示す構成と逆であって、気泡の生成がインク滴吐出方向と同一の方向においてなされる逆ノズル構成485を与える。

【0060】図15に示されるように、インク106は、開口484を通してノズル通路に入り込み、バレル487とチャネル489との境界に位置するノズル先端486にメニスカス107が形成される。気泡116の生成作用によって、チャネル489を通過してインク滴108が紙220のような媒体上に向けて吐出される。

【0061】逆ノズル構成485は、1つの重要な点において前述の各構成とは異なっている。前述の構成（例えば図14に示されるもの）は、熱分路140を用いるものであり、この熱分路は、ヒータ120からの熱を基板130へ向ける。

【0062】しかしながら、図15の構成では、ヒータ120に近接してその下にインク106のインク貯留室が存在する。従って、この構成において熱分路（diffuser）491は、ヒータ120から被覆層142を通過してインク106のインク貯留室までの熱伝達の面積を増大させるのに用いられる。この構成において、熱伝導路は図14の場合よりかなり短くなるので、より大きな熱伝導が達成される。また、インク供給ポンプ（不図示）を用い熱交換器を通るインク106の再循環を行うことによって、熱伝導をさらに高めることができる。

【0063】以上示した構成は、平面構造、良好な熱的結合および熱伝導という利点を有する。また、気泡生成の方法がインク吐出と同一方向であるので吐出の際の運動エネルギー損失が減少する。この構成の短所は、ノズル内にインクを自己注入できないことであり、最初は加圧してインクを注入しなければならない。一度インクが注入されると、インク滴108が吐出された後、インクは気泡の収縮によって熱作用室488内に引き込まれる。また、ヒータ120を支持するカンチレバー形態の部分は、気泡116が消滅する際の衝撃に耐えるために十分な厚さを有していなければならないという短所がある。

【0064】次に図16を参照すると、溝に埋め込まれた（trench implanted）ヒータ493を有するノズル構成が示される。本例では、ノズルキャビティ112が直円筒状に形成され、これはノズルバレル113およびその形成が任意であるエッチング形成された（optionally etched）ノズルチャネル114に連通する。環状の溝492がシリコン基板にエッチング形成され、SiO₂層がノズルキャビティ112近辺で成層される。環状のヒータ493が溝492の内面に成膜される。ヒータ493は、その作用によってインクの気化による気泡116を形成し、この気

泡は吐出方向を横断する方向でキャビティ112を横切って成長する。本構成の利点のうちには、良好な熱的結合や自己注入構造がある。また、短所の1つとして熱伝導が劣ることを挙げることができる。これは、インクの大部分が気泡生成面から600μmの基板130を介して隔てられているためインクの流れによって生じるインク冷却が効果的に行われないからである。また、ノズルの長さは被覆層142を形成する極めて厚いCVDガラス層によって定まるため、適切なノズル長さを定めることは困難である。さらに、気泡が横断する方向に生成するため、吐出に最適な運動力学的関係を得ることができない。加えて、ヒータ493の長さは、ノズルの円周分に、あるいはフォールトトランス構成を用いた場合には上記円周の半分に制限されるので、ヒータ493の抵抗値を大きくすることは困難である。

【0065】図17は、上述した逆ノズル構造に図16の環状溝構造を用いた場合を示す。ここで、環状溝492はその中に伝導形成されたヒータ493とともにノズル先端486の方向に延在する。サーマルディフューザ491も上述したのと同様に設けられる。本構成の利点は、熱的結合、熱伝導の容易性、自己充填および製造の容易性において見出される。短所としては、気泡の生成方向がインク滴吐出方向を横断する方向であることや、ヒータ493の長さをいろいろ変えることが容易ではないこと等を挙げることができる。また、シリコン基板130へ伝導する熱の割合が高くなるため無駄に費やされる熱が多くなることがある。

【0066】図18は、エルボーヒータを用いた構成を示す。本例では、円筒状のノズル通路がノズル先端111とバレル113との間に形成される。熱的成長によって得られるSiO₂層494はバレル113側へ入り込んで延在する。さらに、エルボー状に延伸するヒータ495は、上記層494およびヒータ495の上面に形成される電気接点496に成膜される。さらにまた、CVD SiO₂よりなる被覆層142が、上記接点、ヒータおよびノズルバレル113側へ延在する層の上に設けられる。本構成の利点は、自己充填およびヒータ495の基板130に対する熱的絶縁にある。また、短所としては、熱伝導が劣ること、被覆層142の厚さを調整しなければならないノズル長さの調整が困難であること、気泡の生成方向が吐出方向に横断する方向であること、ヒータ495がアモルファスCVDガラスの層によって、インク106から隔てられているためインクとの熱的結合が良好でないこと、ヒータの長さを変化させることが困難であること、および製造が複雑になること（後述される）等がある。

【0067】図19は、上記構成と同様にして形成されるエルボー接触ヒータ495を用いた逆構造ノズルを示す。本構成の利点は、インク貯留室を介した熱伝導、自己充填およびヒータ495が基板130から熱的に絶縁

されていることに見出すことができる。また、場所としては、気泡の生成方向が吐出方向に対して横断方向であること、ヒータ495とインク106との熱的結合がアモルファスCVDガラスを介しているため良好に行われないこと、およびヒータの長さが制限されること等を挙げることができる。

【0068】図20は、図15に示した構成と同様のノズル構成を示す。しかしながら、ノズル先端486に対するノズル開口484の相対的なサイズは、図15の構成とは異なっており、これにより、ノズルにおけるインク充填のための毛管作用およびメニスカス107の形成を改善することができる。すなわち、図15に示す構成の場所の1つは、ノズル開口484とノズル先端486とが等しい径を有していることにある。ノズル先端486の直径は、要求液滴サイズのような設計基準の値に応じて変化するものである。

【0069】図20に示されるように、ノズルにインクを満たしメニスカス107を形成するため、インク106は開口484を通過して流れ先端486で停止しなければならない。これら開口および先端が等しいサイズである場合には、一般に、インクの充填圧力に応じてメニスカスが開口484に形成されるが、先端486からのインク垂れを生じる。これらの状態は、どちらも望ましいものではない。特に望ましい形態は、開口484がノズルのインク充填を可能とする十分な径を有し、先端486がそれとは異なり、メニスカス107の形成に供するより小さな径を有することである。従って、ノズルは開口484における“気泡圧力”より大きく、先端486における“気泡圧力”より小さな圧力を用いてインクが充填される。図20に示す構成は、上記開口および先端の好適な構造を示し、ここでは開口484の直径が先端486のそれよりも50%程大きい。また、この構成によれば、大きなリフィル速度を維持しながら液滴のサイズを正確に制御することもできる。

【0070】Z1Jチップ100の動作は、以下の図21(A)～(D)、図22(A)～(D)に示される新規な液滴吐出機構を用いることにより、従来のインクジェットヘッドのそれとは異なっている。図21(A)には、Z1Jプリントヘッド100の1つのノズル110が、ヒータ120がオフであるその静止した状態で示される。ノズル110内のインク106はメニスカス107を形成する。

【0071】図21(B)では、ヒータ120が駆動されてその周囲の基板130および熱層132を加熱し、これにより、ノズル110内のインク106が加熱される。その結果、インク106が部分的に蒸発して微小気泡116を形成する。

【0072】図21(C)に示されるように、蒸発したインクは加熱されるので、これら微小気泡は膨張して合体し大きな気泡116となる。

【0073】図21(D)では、膨張する気泡116の圧力がインク106をノズル先端111から高速で押し出す。

【0074】図22(A)では、ヒータ120はその駆動が停止され、これにより、気泡116は縮小し形成された液滴108からインクを引っ張る。

【0075】図22(B)では、液滴108はノズル110内のインク106と分離され、また、縮小する気泡116はメニスカス107をノズル110の後方に向かって引っ張る。

【0076】図22(C)に示されるように、インクの表面張力によってノズル110には、下部にある貯留室からインクがリフィルされる。この際、リフィルのインク速度によってインクは過剰充填される。

【0077】最後に、図22(D)では、インク106のメニスカスが振動した後、最終的に最初に示した静止状態に戻る。この振動が収束する時間が、最大ドット周波数を定める1つの要因である。

【0078】図23に示されるように、ヒータ120が駆動されると、矢印で示されるようにそれによる熱の一部はインク106へ伝わり、残りはノズルの周囲の部材に伝わる。

【0079】図24はインクのスーパーヒートを示し、これによれば、スーパーヒートされたインクの薄い層109がノズルキャビティ112内のパッシュセッション層144に隣接して形成される。

【0080】ヒータ120の駆動が停止した後、余分な熱は速やかに除去されなければならない。ヒータ120が発熱する200 μ sec以内にインク温度が100℃を越えると、インク106は実質的に水であるため、インク蒸りを生ぜず気泡116が形成される。仮に、このような状態にならないとすると、ヒータ120とインク106との間に蒸気による断熱層が存在することになり、インク滴108が正確に吐出されないことになる。

【0081】余分な熱は、別々の3つの経路を介して除去される。第1に、熱はインクを介して除去される。この際、インクはわずかに温度上昇する。しかしながら、インクの熱伝導性は低いので、この経路によって除去される熱量は少ない。

【0082】ノズル110の壁は、基板130のシリコンにより形成され、このシリコンは高い熱伝導性を有するので、この壁を介した熱拡散は大きな速度で行われる。しかしながら、気泡116の全ての部分がノズル110のこの側壁に接しているわけではない。

【0083】さらに、余分な熱はヒータ120を介して除去される。液滴が吐出されるときインク蒸気がヒータ120に接してはならないので、ヒータ120を介した熱拡散は重要である。ヒータ120の周囲の部材の大部分は低い熱伝導性のガラスであるので、熱分路140がこの中に設けられ、余分な熱を基板130に分流する。

熱分路を設けず、余分な熱の除去がほぼ200μsecの間に終了するならば、このような熱分路140を設ける必要はない。図28は、上述した気泡116が冷却する際の熱の流れを示すものである。

【0084】図28もまた、余分な熱の除去経路を示すものである。ここでは、熱はヒータ120からの主な熱導管としての基板130を通して流れる。この熱の一部はインク106に伝わり、最終的には次の液滴108の吐出の際にこれとともに放出される。残りの熱は、基板130を通してアルミのヒートシンク(51, 52, 図4参照)に伝わる。

【0085】図27は、51200本のノズルを有し4色プリントを行うZ1Jヘッド200の熱放散を巨視的に示すものである。ヒータの発熱作用によってヘッド200全体の平均温度が、注入されるインク106より10℃～20℃以上高くならなければ、外的な冷却機構を設ける必要はない。このように、Z1Jヘッド200は、図に示されるインク貯留器215, 216, 217および218からのインク106の定常的な流れによって冷却されることが可能である。インク106はヒータが駆動される毎に排出されるから、上記インク流の流量は、発生する熱に直接比例する。

【0086】一般に、200μsecの間に1つのインク色あたり12800個の液滴からなるスプレー117を吐出するヘッド200には、電源126から約50ワットの電力が供給される。このことは、1秒あたりに周囲温度より10～20℃高い温度の約1.28mlのインク滴が出力127として吐出されることを意味する。また、チップ100上の駆動回路は電力を熱として放散するけれども、これはヒータ120から放散される熱と較べると小さなものである。

【0087】しかしながら、ノズル効率(入力電力に対する熱的および実質的にはより小さな運動力学的な出力の割合)が上述した場合より低い場合には、過度にインク温度を上昇させずに液滴とともに排出され得る熱量より、より多い熱が発生する。このような場合、(空気冷却やインクを用いた液体冷却のような)他の放熱方式を用いることもできる。

【0088】Z1Jプリントヘッド200の平均温度は低いけれども、Z1Jヒータ120の作動温度は300℃以上である。この場合に重要なのは、Z1Jチップ100の駆動エレメント(駆動トランジスタおよび回路)がこのような極端な温度の影響を受けないことである。このため、駆動トランジスタおよび回路はヒータ120からできるだけ離れて配置される。これらの駆動エレメントは、チップ100の端部に配置することができ、これにより、ヒータ120およびアルミ配線のみが高温領域にあることになる。

【0089】インクチャネル
図28および図29に示されるように、フルカラー-Z1

Jプリントヘッド200は、それぞれシアン、マゼンタ、イエロおよびブラックのインクに対応したインクチャネル211, 212, 213および214を有する。これらチャネル211～214は、アルミ押し出し体として形成され、Z1Jチップ100の背面に対してフィルタ作用および封止を行う。

【0090】いくつかの適用例では、図28に示すインクチャネル211～214が適切なインク流を生じさせるには不十分な場合がある。このような場合には、図29に示すような押し出し体形状を用いることができ、これによりインク流の量を増すことができる。図28に示されるように、チャネル押し出し体210とZ1Jチップ100との間には、10μmのアブソリュート膜フィルタ205が設けられ、これにより、インク汚濁からヘッドを保護することができる。膜フィルタ205が圧縮性を有していれば、このフィルタはガasketとしても機能し、4色インクがそれぞれ異なる色と混合するのを防止できる。ヘッド組立体200の両端部は、好ましくは、封止され、これにより、気体の侵入を防止できる。以上のような構成に対して、製造上維持することが要求される精度は±50μm程度である。

【0091】目詰まりヘッド

目詰まりヘッドの2つの潜在的な原因は、それぞれインク乾燥とインク汚濁である。

【0092】プリントヘッド200が使用されないとき、外気にさらされたヘッド表面は乾燥する。この乾燥の程度が著しくなると、気泡116の圧力ではこの乾燥インクを除去できなくなる。このような問題は、以下に示す方式によって緩和される。すなわち、

1. ヘッド200が使用されないときは、このヘッドに自動的にキャッピングを施しヘッド表面を空気に対して密閉する。

【0093】2. クリーニングサイクルにおいてZ1Jヘッド200の前面に溶剤を用いる。

【0094】3. 自己成膜性インクの使用、および/または

4. 真空クリーニングシステム。

【0095】Z1Jチップ100はインク106の特定の汚濁による目詰まりの影響を受け易い。すなわち、20μmから50μmの大きさの粒子は、どのようなものでもインク滴108とともに排出されないの、ノズルキャビティ112内に永久に留まることになる。膜フィルタ205のようなフィルタが、インク経路の途中に設けられることにより、10μm以上の粒子は全て除去することができる。このようなフィルタの1つとしてガラス繊維を束ねた10μmのアブソリュートフィルタを挙げることができる。十分にインクを流すことのできるような比較的大きな面積を有することが好ましい。このことは、図26～図34に関する記載から理解されよう。

【0096】1つの画素に対して4つのノズル110を

対応させ連続的な色調の表現が可能なZ1Jチップは、ノズル110の目詰まりをある程度許容する。何故なら、ノズル110に目詰まりを生ずると、1つの画素に対してその色が完全に欠陥するのではなく、その色の強度が25%減少するだけだからである。

【0097】ノズルとヒータとの位置合わせ
現存し、本題の従来技術を構成するキャノン社のインクジェット技術およびビューレットアップカード社のインクジェットシステムは二体構造を用いてノズルを形成している。すなわち、ヒータはシリコンチップ上に形成されるのに対して、ノズルは、異なる材料によって製造されるキャップを用いて形成される。この技術は、普通の数のノズルを有する走査型インクジェットヘッドを製造する上で有効であることを実証した。しかしながら、極めて微小な液滴によるA4全幅の（すなわち、固定ヘッドを用いた）プリントを行うには、この技術はより困難なものとなる。すなわち、64 μ mのノズルピッチで220mmのヘッド長さのヘッドの場合、基板とノズルキャップとの間の熱膨張が相互に0.02%異なると不具合を生じる。上記キャップと基板とが異なった材料で形成されている場合には、周囲温度のわずかな変化でも、この程度の熱膨張の差異を生じる。この問題に対する1つの解決法は、キャップを基板と同じ材料、通常はシリコンで形成することである。この方法を用いた場合でさえ、シリコン基板とシリコンキャップとの間に生ずる温度差（ヒータからの輻射によって生じる）は、ヒータとノズルとの位置ずれを十分に引き起し得るものである。

【0098】Z1Jチップ100は、ヒータ120、ノズル110およびインク経路101が、全て単一のシリコン基板130を用いて製造されるので、上記問題の影響を受けることはない。ノズルとヒータとの位置合わせは、Z1Jチップ100を製造する場合のフォトリソグラフィの精度によって決まる。すなわち、本構成はそのサイズを比較的大きな特徴とするため、Z1Jチップ100が2 μ mの半導体プロセスを用いて製造することができる単一構造チップである場合にノズルを正確に配列することを確かなものとするにはわずかな困難を伴う。

【0099】階調画像
インクジェットヘッドによって吐出される液滴のサイズを変化させるのは困難であるため、階調は液滴の数を変化させることによって表現する。

【0100】本件では、1画素当り16個の液滴を用い、1インチ当り400画素の画素密度を実現する。これにより1画素あたり16階調の濃淡が得られる。階調画像を実現する上で必要とされる全体の濃淡は、機械的なディジタルドットまたはラインのスクリーニング法あるいは8ビットの色強度のうちの低位4ビットの誤差拡散法によって得ることができる。これにより、1インチ

当り400画素の空間解像度を維持しながら1色当り256階調の色解像度を得ることができる。このような場合において、2通りのノズル構成が考えられる。すなわち、1画素当り1ノズル構成と1画素当り4ノズル構成である。いずれの場合にも、液滴サイズはほぼ300とされる。

【0101】図30(A)は、1画素当り4ノズル構成における画素内のインク液滴配置を示すものである。この場合、液滴が、64 μ m \times 64 μ mの大きさを4 \times 4配列の画素を満たしたパターンを示す。ここで、液滴パターンにおける水平方向の間隔はノズル110の間隔によって定めることができ、縦方向の間隔は記録紙の移動によって定めることができ、この構成によれば、液滴の数と色強度との間の関係に十分な線形性を得ることができる。1画素当り4ノズル構成は、わずかに大きなチップ面積で1画素あたり1ノズル構成に比べて4倍のプリント速度を実現することもできる。ノズルに目詰まりや欠陥を生じた場合にも、その影響を色強度が25%減少するのに留めることができる。

【0102】図30(B)は単一ノズル構成の場合の画素内の液滴配置を示す。この場合、縦方向の液滴間隔は記録紙の移動によって定められる。このように、64 μ mの長さの画素に16個の液滴が配置された場合、個々の液滴の間隔は4 μ mとなる。この場合、重なった液滴から未定着インクが画素の水平方向に流れ出すことになる。

【0103】このような構成には、液滴の数と色強度との間の線形性が極端に損われ、また、プリント速度が小さくなるという短所がある。また、利点は1画素当り4ノズル構成よりも製造コストが低いことである。

【0104】ノズル構成

ノズル110の最適な構成を考慮する上でこれに影響を及ぼすいくつかの要因がある。これらを列挙すれば、

(1) 400dpiの解像度でプリントを行うために、64 μ m平方の画素を必要とする。

【0105】(2) 1画素当りのノズルの数が異なればノズル構成に与える影響も異なる。

【0106】(3) ノズルパレル113の径は液滴109の直径より大きいのでパレル113の直径はノズル配置に影響を及ぼす。本例のチップ100では、パレル113は60 μ mの直径を有している。この場合、チップ100の機械的強度を保つために、それぞれのノズル110は隣接するノズルと少なくとも80 μ mは離れなければならない。

【0107】(4) 1:32の吐出デューティサイクルによれば、200 μ sec毎に6.25 μ sec幅のヒートパルスが印加される。この200 μ secの値に次の液滴108の吐出に先だって、インクメニスカス107を安定させることができる。

【0108】(5) ヒータ120を付勢する供給電流に

おける主要な変動を防止するため、1:3:2のデューティサイクルによって利用可能な32のタイムスロットは全て等しい数のノズル110に用いられる。これはすなわち以下のことを意味する。

【0109】電流 \propto ノズル数 \times ノズル電流/32

(6) 隣接するノズル110で順に吐出される場合には、あるノズル110からの熱は隣りのノズルを干渉し、その部分が加熱される。この問題を軽減するため、ノズル110の間隔を大きくとって所定の順序で吐出を行う。このため、図32および図33(後述される)に示されるこのような吐出順序は不必要に複雑なものに見える。

【0110】(7) カラーヘッドの最適な構成は、単にモノクロームヘッドを4回繰り返すものではない。カラーヘッドの余分なノズルはより良い熱分布を達成するために用いられるからである。

【0111】図31は32の異なるタイムスロット、すなわちそれぞれ6、25 μ sec間隔の“吐出順序”に分割されたヘッドタイミングの使用を示すものである。これによれば、同一のノズルでは200 μ sec毎に吐出が繰り返されることになる。

【0112】記録媒体(例えば図15における紙220)の、ノズルの吐出間隔である6、25 μ sec間の移動はヘッドのノズル配置に対応している。紙の移動によって生じるどのようなドットのずれも、これを打ち消すようにノズル110を容易にずらし得るが、このずれは極めて小さなものである。

【0113】図32は、1画素当り1ノズル構成で1画素当り16液滴のフルカラーZIJヘッドに可能なノズル配置を示す。ノズル配置における水平方向の間隔は、1画素分(64 μ m)である。ノズル110は、ジグザグパターンに配置され、これにより各ノズルパレル113間の少なくとも80 μ mの間隔を保ち、ヘッドの機械的強度を維持することができる。このようなヘッド構成は3 μ mのリソグラフィーによって実現できる。

【0114】ノズル110の配列のある直線からの実位を補正するため駆動回路にライン遅延が導入される。遅延されるラインの数は、図32の右側に示される。吐出順序225はそれぞれのノズル110の中央に示され、紙の移動方向は矢印222によって示される。

【0115】図33は、1画素当り4ノズル構成のフルカラーZIJヘッド200のノズル配置を示す。ここでは1画素当り4回の吐出を行い、これにより、1画素当り16の液滴が得られる。ノズル110配列における水平方向の間隔は16 μ m(1画素の1/4)である。ノズル110は、ジグザグ状に8列に配列され、これにより、ノズル相互の間隔を80 μ mに保つことができる。隣接する列におけるこのようなノズル110配列により、矢印222で示される紙の移動によるずれを補正する(相互に相殺する)ことができる。このようなヘッド

構成は、ノズル相互の連絡および駆動回路のために2 μ mのリソグラフィーによって実現される。

【0116】なお、本明細書の詳細な説明は、最も困難であるため1画素当り4ノズル構成に中心をおいたものであるが、1画素当り1ノズル構成についても容易に得られる。

【0117】ZIJヘッド組立

ヘッド組立200においては、いくつかの特別な必要条件について論じなければならない。すなわち、これら条件として、インク供給、インクろ過、電力供給、電力消費、信号接続および機械的支持を挙げることができる。

【0118】200 μ sec毎に3plのインク滴を吐出可能な51200本のノズルを有したZIJヘッド200は、毎秒最大1、28mlのインクを用いることができる。このような最大量インクの使用は、ヘッド200が無地の4色混合のブラックをプリントしているときに生ずる。本例では4色のインクを用いるので、1色当り毎秒0、23mlのインク流量となる。インク流の流速が最大約20mm/secであるとする、インクチャネル211~214は、それぞれ16mm²の断面積を有さなければならない。

【0119】インクによって運ばれる直径60 μ m以下の粒子は、ノズルチャネル114に運び込まれることになる。このような粒子のうち直径20 μ m以上のものは、いずれもノズル110から吐出されない。予め過されたインクを用いた場合でも、インクがリフィルされた際に粒子混入を生じる可能性がある。それ故、インクは効果的にろ過され、20~60 μ mの粒子が除去されなければならない。

【0120】電力供給に関して、全幅対応のZIJヘッド200の最大電流消費量は約数アンペアである。この電流がチップ100の全長にわたって供給されるとき電圧降下はわずかでなければならない。また、ZIJヘッドは、選択された回路構成に厳密に対応した35以上の信号接続を有する。従って、この場合にも電圧降下はわずかでなければならない。

【0121】ZIJチップ100の機械的支持は、図28に示されるようにインクチャネル押出し体210によってなされる。このインクチャネル押出し体210は3つの機能を有する。すなわち、1つにはインク経路を形成し、4色のインクをそれぞれ隔離すること、2つ目にはZIJチップ110の機械的支持に供されること、そして3つ目には廢熱をインク106に拡散するに際してその補助となることである。

【0122】以上のような機能を有しているという理由によって、インクチャネル押出し体210がアルミの押出し体であって、陽極酸化されてバスバー201および202から電気的に絶縁されていることは好ましいことである。押出し体210はノズル110と接触しないの

で、押出し体210を製造する上で必要な精度は、ほぼ50 μ m以下に維持されればよい。チャネル押出し体210の端部は、Z1Jチップ100に対して封止され、空気がヘッド組立体200に入り込むのを防ぐことができる。この封止は組立体の接合に用いるのと同様のエポキシを用いて実現される。

【0123】図34は、高速フルカラーのZ1J組立体200の好適な構造を示す分解斜視図である。フィルタ205は、ガラス繊維フィルタを接合して形成されるフィルタ“Duoline”（商標）のような10 μ m（あるいはそれ以下）のアプリリユートフィルタである。このフィルタのインクが通過する部分の面の面積は528mm²である。インク流量が毎秒1.28mlの場合、インクはこのフィルタ部分を流速2.4mm/s_{eq}で通過しなければならない。フィルタ205が圧縮性を有している場合、4色のインク間で顔料が混ざってしまうのを防止するためのガスケットをも構成することができる。この場合、Z1Jチップ100を押出し体210に圧力下で接合することができる。これに代わり、シリコンゴム製のシールを用いることもできる。この場合、インクチャネル211〜214を汚さないように注意しなければならない。

【0124】チップ100に対する必要な電力の供給の1つの方法は電力接点によるものであり、これら接点はチップ100の全幅にわたって設けられる。これら接点は、テープ自動接続（TAB）を用いて、組立体200の一部をなすバスバー201および202に接続することができる。Z1Jチップ100に対する信号接続も、電力供給に用いられるのと同様のTABテープを用いることによって形成することができる。さらに、図34に示されるように、バスバー201、202を押出し体210の周囲におけるヒートシンクとして構成することもできる。

【0125】インク滴

2つの別個のヒータエレメント121、122を必要とするフォールトトレランス構成の場合、インク滴108は必ずしもZ1Jヘッドの面に垂直に吐出されるわけではない。メインヒータ121あるいは冗長ヒータ122のいずれが駆動されたかによって、膨張気泡の衝撃波は異なる角度をとり、これより、インク滴108の吐出方向を偏向することができる。このような構成は、図7および図9と合わせて見られるべき図35（A）および（B）にそれぞれ示される。

【0126】偏向153および154の角度は、厳密にZ1Jノズル110の形状およびインク106を通過する気泡116の衝撃波伝播のモードに依存する。インク滴108の吐出角度はそれ自体それほど重要なものではない。しかしながら、メインヒータ121によって吐出される液滴の吐出角と、冗長ヒータ122によって吐出される液滴の吐出角との間に差があれば、これがどのよう

な差であっても、画質をわずかに低下させることになる。以上のような画質低下は以下のような2つの態様で減じられる。

【0127】第1に、記録紙220上の上記吐出角の差によって生じる2つのドット間の距離を減じるために、ヘッド200を記録紙220に近接させること。第2に、冗長ノズルの吐出タイミングを遅らせて記録紙の移動が偏向角153あるいは154を打ち消すようにすることである。後者の場合には、メインヒータと冗長ヒータが記録紙の移動方向に配列されている必要がある。

【0128】電力供給

A4の全幅対応の連続階調のZ1Jヘッド200は、その動作時には数アンペアの高い電流消費を示す。チップ100に対するまたチップ100におけるこのような電流分配は、標準的な集積回路構造では不可能である。しかしながら、Z1Jチップ100の形状によってこの問題は容易に解決できる。すなわち、チップ100の両長端部に沿った幅広いアルミニウム線に接点を設けることにより、チップ100の端部全体を電力供給に用いることができる。電力は、チップ100の両側部に沿うバスバー201および202によって供給される。これらバスバー201および202は、テープ自動接合方法（TAB）、圧縮性はんだ接合、金めっきに対する板ばね接合、多数のワイヤボンディング、あるいは他の接合技術によってチップに接合される。

【0129】図36は、拡大図にその詳細が示されるようなZ1Jチップ100の縦方向に沿ったTAB接合の1方法を示す。図37は多数接点用のきざみつき端を用いた、他の接合構成を示す拡大図である。

【0130】図36において、ヒートシンク/バスバー（51、52）（201、202）は、Z1Jヘッド200の概念に影響を与えずに、より大きくすること、異なる形状とすること、異なる材料で形成することは容易である。また、強制空冷、ヒートパイプあるいは液冷を適用することも可能である。さらに、ノズル110のデューティサイクルを小さくすることにより電流消費量を少なくすることも可能である。デューティサイクルの減少は、プリント時間を増大させるが、平均電力消費量を減少させる。従って1ページを記録するのに要する総エネルギーは変わらない。

【0131】電力消費

全幅フルカラーヘッドは、全ての吐出がプリントに用いられるときはノズル効率に依存して、その電力消費は500ワットに及ぶ。Z1Jヘッドの設計が最終段階に至る前に、以下に示すことが考慮されなければならない。以下に示す要因は熱の発生および拡散に影響を及ぼすものである。

【0132】（1）ノズルの数：ノズル110の数は、電力消費に直接影響を及ぼすものであるが、これはまた、プリント速度、画質および階調表現にも関与するも

のである。

【0133】(2) ヒータエネルギー：1液滴当りのヒータエネルギーは通常200nJである。ヒータエネルギーの減少により、プリント速度に影響を及ぼさず電力消費を減少させることができる。

【0134】(3) 供給電力：供給電圧は低いことが望ましい。しかしながら、この電圧が小さくなると、電流消費およびチップ上に形成される駆動トランジスタのサイズを増大させる。ノズルでのエネルギーが一定に保たれるならば、電力消費は供給電圧の影響をそれほど大きく受けるわけではない。好適な実施例では、供給電圧のうち+24Vはヒータドライバに供給され、+5Vは論理回路に供給される。

【0135】(4) ノズルデューティサイクル：ノズルデューティサイクルが増加すると、電力消費は増大するがプリント速度も増大する。

【0136】(5) プリント速度：プリント速度は、ノズル110の数、1画素当りの液滴の数、画素サイズおよびノズルデューティサイクルに関係する。記録速度の減少は、必要とする電力を減少させるが、通常、1ページ当りの総エネルギーには影響を及ぼさない。

【0137】(6) 許容チップ温度：チップ温度は、インク106の沸点（一般に約100℃）以下に保たなければならない。

【0138】(7) インクチャネル形状：この形状は、インク106を介して拡散する熱量に影響を及ぼす。

【0139】(8) 冷却方法：対流冷却は走査型ヘッドには適したものである。しかし、全幅対応のヘッドには、ヒートシンク、強制空冷あるいはヒートパイプのような付加的方法を必要とする。ヘッド片における高い電力密度の問題に対して、液冷は可能な解決法である。インクとヘッドとは接触しているため、熱拡散の問題が簡易な方法で解決できない場合には、熱交換器を備えポンプによってインクを遠流するシステムを用いることができる。

【0140】(9) インクの熱伝導性：インク106の熱伝導性として適切なことは、インクが十分なパワー拡散管を構成することである。

【0141】(10) インクチャネルの熱伝導性：インクチャネル押出し体の熱伝導性も適切なものとすることができる。

【0142】(11) ヒートシンク構成：ヒートシンクのサイズおよび構成は容易に変化させることができ、これにより、最適な熱拡散が可能となる。ヒートシンクは、少ないコストでシステムに及ぼす影響を少なく、比較的大きなものとすることができる。このことは、Z1Jヘッド200が固定されたフルページ仕様（すなわち、記録紙がヘッド200に相対して移動する）に特に妥当することである。

【0143】(12) 高温：Z1Jヒータエレメント1

21、122の動作温度は300℃を越える。この際、重要なことは、Z1Jチップ100の駆動エレメント（駆動トランジスタおよび論理回路）が、このような極端な高温の影響を受けないことである。これは、駆動トランジスタをヒータエレメント121、122からできる限り遠く離すよう配置することによって可能となる。上記駆動要素をチップ100の端部に配置することができ、これにより、ヒータ120およびアルミ接続線のみを高温領域に置くことが可能となる。また、適切な熱伝達を得ることは、重大で潜在的な問題である。ヒータ120は300℃を越えるけれども、チップ全体の温度はインク106の沸点（100℃）以下に維持されなければならない。ヒートシンク（51、52）からその周囲への熱伝達は問題ではなく、チップ100からヒートシンク（51、52）への熱伝達が効率的に行われることが重要である。

【0144】ヒータ駆動回路
キャノン社製8J10プリンタに用いられている走査型インクジェットヘッドは、図38に示されるように、ヒータ6の配列によってエネルギーが与えられる64個のノズルを有している。これらのノズルは、チップ上に集積化されたダイオード8を用いて、8×8の配列に分けられている。外部に設けられている駆動用トランジスタ（図示せず）は、1グループ当り8個のヒータ6から成る8グループ分のヒータ6を制御するために用いられる。

【0145】従来技術の手法は、大きなノズルの配列をずらして、いくつかの不都合を有している。第1に、全てのヒータ電力は制御信号を介して供給されなければならない。これが為、多数の比較的大電流接続が必要とされる。同様に、外部接続の数は、非常に増大する。

【0146】好適な実施例であるZ1Jチップ100は、そのチップ100自体の上に複数の駆動トランジスタおよびシフトレジスタを含んでいる。このことにより、下記の利点を持つ。

【0147】(1) 外部回路を必要とすることなく、故障許容性（フォールトトレランス）が大幅に実行される。

【0148】(2) 全てのヒータ電力は、信号レベルのみを有する制御ラインと共に、2つの大きな接続であるV+および接地によって供給される。

【0149】(3) 外部接続の数は、ノズル110の数に関係なく、小さなものとなる。

【0150】(4) 外部回路を簡略化することができる。

【0151】(5) 外部の駆動トランジスタは必要ない。

【0152】(6) 従来技術においては2つのトランジスタと1つのダイオード8が用いられていたのと異な

り、各ヒータ121、122と直列に1つのトランジスタのみが用いられる。このことにより、動作電圧のかなりの縮減が可能となる。

【0153】しかしながら、この手法の不都合な点として、Z1Jチップ100の回路がより複雑となり、さらに、より多くの半導体製造工程が必要とされるので生産量が減少することが挙げられる。

【0154】図39は、32本の並列駆動ラインを有するZ1Jチップ100の論理および駆動回路を示す。この32本の並列駆動ラインは、32:1のノズルデューティサイクルに対応する。イネーブル信号はタイミングシグネクスを供給するものであって、ノズル110に含まれている32個の各バンクを順番に吐出(fire)させる。このイネーブル信号は、クロックおよびリセット信号によってチップ上で作られる。

【0155】図39において、Vddは+5ボルトに、Vssは特定の接地点に接続される。V+および接地は様々な電流を含んだノイズを持っており、従って、これらが非常に低インピーダンスにてチップ100に供給されたとしても、論理回路には適さない。

【0156】図39には、2つのノズル110のためのヒータドライバ124が示されている。このドライバ124は、2つのノズル(故障許容性はなし)のための2つの個別ドライバ160および165から成り、シフトレジスタによるデータ接続を示している。

【0157】各々のヒータドライバ160、165は以下の4項目から成り立っている。

【0158】(1) データを適切なヒータドライバへシフトするためのシフトレジスタ161、166。このシフトレジスタ161、166はトランジスタの総数を減少させるためダイナミック型とすることができる。

【0159】(2) 低電力型のデュアルゲート・イネーブル・トランジスタ162、167。

【0160】(3) 中電力型の反転トランジスタ163、168。このトランジスタは、イネーブル・トランジスタ162、167からの信号を反転してバッファすると共に、イネーブル・トランジスタ162、167と結合してANDゲートを提供する。

【0161】(4) 1.5ミリアンペアのドライフトランジスタ164、169。イネーブルライン上の静電容量が非常に大であるので、上記AND機能はドライフトランジスタ164、169に組み入れられない。

【0162】1024(32×32)のノズルを有するZ1Jヘッドにおいて、そのクロック周期はパルス幅と同じである。なぜなら、32ビットのデータはノズル吐出の間に各シフトレジスタの中をシフトされなければならないからであって、これにより32:1のデューティサイクルが生じる。図39に示した回路は、ノズル数が1024より少ないZ1Jヘッドについてのみ通する。しかしながら、少ない数のノズルのみを有する場

合、能動回路はわずかな利点しか持たない。そこで、ダイオードマトリクスが用いられる。

【0163】ノズル数が1024より大であるより大きなヘッドにとって、全てのデータを適切なノズルにシフトするために必要とされるクロックは、ヒータパルスより短い周期を持たなければならない。図5に示した全幅高速フルカラーZ1Jヘッド200において、51200ビットの情報は200マイクロ秒内にそのヘッドにシフトされなければならない。このことは、約8MHzのクロックレートを必要とする。それゆえに、シフトレジスタ161、166におけるデータは125ナノ秒の間有効でありさえすればよい。しかし、そのデータは、6.25マイクロ秒ヒータパルスの全持続期間中にわたって必要である。この問題に対する2つの解決策を述べる。そのひとつの解決策は伝達(トランスファ)レジスタにあり、他の解決策はクロック休止(ポーズ)にある。

【0164】図40にはメインヒータドライバ回路170に伝達レジスタ172を加えた配列が示されている。この伝達レジスタ172を除くその他の要素は、図50に示した各要素に対応している。この配列は上記問題を解決するうえで簡略な解法を提供することになるが、チップ100上の回路の量が増大するという不都合がある。1600ビットのデータが各シフトレジスタ171に8MHzにてシフトされる。イネーブルパルスが生じると、そのデータは伝達レジスタ172へ並列的にロードされ、そしてヒータパルスの持続期間中はそこで安定となる。

【0165】伝達レジスタ172の余分なトランジスタを避けるためには、ヒータパルスの持続期間中、クロックの流れに休止部を挿入する。このため、そのパルスの持続期間中、データが変化することはない。このことは図41に示した通りである。この場合、1600ビットのデータは8.258MHzという僅かに速いレートにてそのレジスタにシフトされる。その後、ヒータパルスの周期である6.25マイクロ秒の間、クロックに休止が生じる。ヒータを構成する32列の各々は、それぞれ異なった時刻に駆動(fire)される。これら各列のためのクロックは、ヒータイネーブルパルスと共に一定8.258MHzクロックをゲートすることにより、単独に発生することができる。

【0166】図42は、クロック休止部を組入れるZ1Jドライバ回路177の1段を示してある。ANDゲート178はクロック線とイネーブル信号線とに接続され、シフトレジスタ161(および166:図示されていないが、179に接続されている)のクロック入力端を駆動する。

【0167】この手法は、比較的複雑なデータタイミングをチップ100に要求するという不都合がある。しかし、このようなことは、図45に示すようなZ1Jデ

ク調整（フェーシング）チップ310（後に説明する）を注文設計することによって、裏面に供給され得る。

【0168】長いクロックライン：全冗長性（full redundancy）をもつ51、200のノズルを備えた全幅カラーZ1Jヘッド200においては、220mmの長さにわたって分布している108、400のシフトレジスタ段（ステージ）がある。これらは、1600段のそれぞれにつき64のシフトレジスタを持つよう構成されている。伝送線路効果および数多くのファンアウトを必要とすることは、クロックが単一の線路によって駆動されるのを妨げる。幸運にも、クロックは短時間に再生成される。もしクロックが32回再生成されたならば、各々のクロック区分はファンアウト数が50となり、また、6.8mmの長さとなる。

【0169】図43は、簡略なクロック再生成配列180を示す。この配列には、対応するヒータドライバ124にそれぞれ供給するためのシフトレジスタの鎖状配列が含まれる。シュミットトリガ回路182は、許容ファンアウト数によって決まる等間隔に、クロックライン中に挿入されている。上記鎖状配列の中でシュミットトリガ回路182が存在する所では図43に示されるように、次の対応するシフトレジスタ181は、鎖状配列された直前のシフトレジスタ181からではなく、一つ前のシフトレジスタ181から、入力を行っている。このことにより、シュミットトリガ回路182によって課された遅延を補償する。

【0170】クロックの再生成は、各々の再生成段階における伝播遅延（TPD）の導入によって、質が落ちていく。もし、各々の再生成器の伝播遅延が実質的にクロック周期より短いならば、Z1J回路は依然として機能を果たすであろう。その理由は、各段（ステージ）のシフトレジスタ181におけるデータは、再生成されたクロックと遭遇するたびに、TPDによって同様に遅延されるからである。従って、有効データ窓（ウィンドウ）は変化しない。クロックの周波数が8MHzのとき、TPDは125ナノ秒より小さくしなければならず、かつ、シフトレジスタの伝播遅延より大きくなければならない。これは容易に達成することができる。

【0171】どのようなデジタル回路であっても、立上り時間と立下り時間の差（ $T_{PLH} - T_{PHL}$ ）は存在する。2 μ mのNMO5型Z1J回路において、これらの時間はかなり大となる。その原因は、クロック再生成器出力における高容量性負荷および受動的プルアップによるものである。 $T_{PLH} - T_{PHL}$ の値を5ナノ秒とすることは適正な想定である。これらの条件のもとで、クロックパルスはたった13の再生成段の後に消失する。その解決策は図44に示すように、単安定マルチバイブレータを用いて各段毎にパルス幅を再生成することである。図44は本質的に図43に対応するものであるが、クロックラインにおける各シュミットトリガ回路182の後

に単安定マルチバイブレータ183を挿入してある点が異なっている。

【0172】単安定マルチバイブレータ183によって生成された実際のパルス幅は臨界的ではない。それは、シフトレジスタ181により必要とされる最小パルス幅（約10ナノ秒）より長く、かつ、クロック周期（125ナノ秒）より短くなければならない。この許容範囲は、モノリシック回路における各要素値の不正確さを考慮するうえで、重要である。

【0173】外部駆動回路

フルカラーZ1Jヘッド200は毎秒32Mbyte（8MHz平均クロックレート×32ビット）のデータレートを必要とする。このデータを7600マイクログラまで遅延しなければならないので、約1Mビットの遅延記憶装置を必要とする。既に述べたクロックボースシステム（図42）がZ1Jチップ100のロジックを少なくするために使用された場合、データは複雑なタイミングでZ1Jチップ100に供給する必要がある。

【0174】図45はフルカラーZ1Jヘッド200の全データ駆動法を示すブロック図であり、コンピュータ、複写機、または他の画像処理システムのような画像データ発生器300により、32ビットバス301上にカラーピクセル画像データが出力される。カラーピクセル画像データは、通常、ラスターフォーマット（シアタ、マゼンタ、イエローおよびブラック（CMYK））で、各カラーの成分が同時にバス301に供給される。各カラーのノズルをノズルとノズルを密接させ一つのカラー上に他のカラーを同時にプリントするということは不可能だから、異なったカラーデータはヘッド200に供給する前に適当に遅延させる必要がある。コンピュータ300により生成された、バス301上に供給されるカラーデータは、1600dpiのデジタルデータであるが、予め計算したスクリーンまたはディザを用いて400dpiの連続階調カラー画像をシミュレートする。

【0175】バス301は成分カラー（シアタ、マゼンタ、イエローおよびブラック）のブロックに分割され、それぞれZ1Jヘッドへ入力されている。マゼンタ、イエローおよびブラックのデータは、ライン遅延器303、304および305によりそれぞれ遅延されている。これらのカラーはヘッド200の各画素に対しシアタの後、順番にプリントされるからである。アドレス発生器302はライン遅延器303～305にカラーデータを順次供給するのに使用されている。8、258MHzのクロック306は全画素データを順次供給するために使用され、また、図45に示すように電源群307がヘッド200に接続されている。

【0176】10、20および30ライン遅延器は120ns未満のリード/モディファイ/ライトのサイクル時間を有する3つの標準64K×8SRAMを用いて構

成される。遅延は、モジュロ16000、32000および48000でアドレスをインクリメントする一方、SRAMをリードし、SRAMヘッダをライトすることにより行っている。アドレス発生器302は簡単なモジュロ16000のカウンタであり、各SRAMのアドレスの上位8ビットは別々に発生される。

【0177】図33に示すように、各アレーのノズルが千鳥状配列になっているので、各データラインに対する遅延は異なってくる。一般的に、このような遅延を与えるには標準チップを数多く必要とする。このため、Z1Jデータ調整器(フェーザ)ASIC310が各ノズルアレー入力のバッファとして使用され、システムが複雑にならないようにしている。ASIC1つで4色のどの色の8ビットも遅延させるように構成することができる。

【0178】図46は既に説明した1カラーに対して4ノズルの例でノズル配列に好適なデータフェーザ310のブロック図を示す。他のノズル配列を用いる場合は、遅延時間は変更して適正な時間になければならない。50クロック遅延回路314、315および316は、カラー選択入力313によって選択可能であり、また4色のどれにも同一チップ310が使用できるような目的で設けられている。カラー選択入力313はクロック遅延回路314~316のいずれかのデータ出力が、直接データ入力312からのデータ出力を選択できるマルチプレクサを駆動する。

【0179】図46に示すASIC310は極めて簡単な構造であり、約56Kビットのデータ記憶装置を必要とする。これは従って標準セルまたはデータバスコンバイレーション法にもっとも好適である。

【0180】Z1Jヘッドへのデータコネクション327は、必要な遅延の長さを決定する駆動順序に関係する。ここで、駆動順序はカラーを示す“c”に指定された数(ブラック=0、イエロー=1、マゼンタ=2およびシアン=3)を加算することによって決定される。

【0181】イネーブルパルス発生器326はヒータ駆動回路124(既に説明)ヘイネーブルパルスを供給するものである。

【0182】Z1Jヘッドのコスト
約5000米ドル未満で売られるカラー複写機およびプリンタの巨大市場に、フルカラー全幅Z1Jヘッドを適合させるには、そのヘッドの製造コストをできる限り安くしなければならない。一般的に、各ヘッドに対する目標価格は、成熟したプロセスを用いた場合、ボリュームが約100米ドル以下である。

【0183】Z1Jヘッド200は本質的にシングルピース構造であり、そのヘッドのコストのほとんど全部がZ1Jチップ100そのもののコストである。Z1Jチップ100のコストは、ウェハ当りの加工コスト、ウェハ当りのヘッドの数、および歩留により決まる。

【0184】ウェハ当りの加工コストが約800米ドルとすると、ウェハ当りのヘッドの数は25個であり、ヘッド当りの前工程歩留(pre-yield)コストは32米ドルになる。

【0185】ヘッドのコストを100米ドルであるには、成熟した工程の歩留は約30%でなければならない。しかし、フルカラー全幅Z1Jヘッド200のチップ領域は、8.8cm²のオーダーである。この大きさからすればチップの歩留はゼロに近くなるのではないかと当業者であっても当初は信じるだろうが、いくつかの要因があって、それほど歩留は低くならない。これらの要因をあげると、

(1) チップ100の大部分はヒータ、ノズルチップ、および接続線によりなり、このことはシリコンウェハの点転位(point dislocation)に影響を与えない。

【0186】(2) チップ100の大部分の典型的な大きさは3μm以上であり、非常に小さい粒子に対しても比較的影響を受けない。

【0187】(3) ウェハエッチによる丸み、レジストエッジの盛り上がり、またはプロセスシャドウイングにより影響を受けるおそれのある領域において、チップ100は、半導体加工ステップに左右されない(すなわち、ノズルの近くにはアクティブな回路素子がない)。

【0188】Z1Jヘッドの故障許容度(フォールトレランス)に冗長性を与えることは歩留を改善するのに望ましい。フォールトレランスに冗長性を与えることにより非常に多くの欠陥の存在を許容することができ、ノズルの動作に影響しない。冗長性を100%にする必要はないが、常に充分な歩留をあげる大ききまで、ヘッドの非冗長領域を小さくする必要がある。フォールトレランスが歩留に及ぼす効果は後述する。フォールトレランスに関し、歩留を妥当なレベル以下にする要因が幾つかある。要因の幾つかを挙げると、

(1) 加工上のばらつき。加工上のばらつきによりエッチングの深さおよびシート抵抗といった加工パラメータが広い範囲で許容限度を越えてばらつき、その影響を受けたウェハの歩留がゼロになる。一般に、これらのパラメータの許容値は生産設計段階でZ1Jヘッド要求品質に合致させられる。

【0189】(2) 機械的損傷: Z1Jヘッドの機械強度がどの設計でも加工応力に耐えるほど適正であれば、Z1Jの設計を充分な強度をもつように修正可能である。しかし、設計を変更すると、普通、チップ面積が犠牲にされ、歩留が犠牲にされる。

【0190】(3) ウェハテーパ: Z1Jチップ100は、通常ノズル110のバックエッチングによるウェハテーパに極端に影響される。ウェハは加工前にテーパが5μm未満になるように研磨する必要がある。

【0191】(4) すべり: チップ100はウェハが全

体的に延びると、大きいすべり欠陥により歩留がゼロになる。特別な炉設計と加工技術を使用し、長い長方形のウェハを収容することができる。

【0192】(5) エッチング深さ：ハレルのプラズマエッチングがヒータをエッチングしないように、ウェハ全体に亘りエッチング深さは5%以内にしなければならない。この許容値におさまらない場合は、特定のZ1J設計をエッチングのばらつきの影響が少なくなるように修正する必要が生じる。

【0193】フォールトトレランス（故障許容度）

既に述べたように、歩留はもちろん、ヘッドの寿命も長くさせるために、フォールトトレランスの概念がZ1Jチップ100に含まれている。フォールトトレランスの対策はZ1Jチップ100の製造コストの引き下げをはかるために必要不可欠と考えられている。さらに、ここにいうフォールトトレランスの概念はZ1Jチップ100に特に好適であるが、ノズル当たり2つのヒータを有する構造であると、同様な概念が他のタイプの1Jヘッドにも使用可能である。

【0194】フォールトトレランスの場所はチップが2倍複雑になってしまうことである。しかし、ノズル110の微細構造によりチップ面積が僅かに（約10%）広くなるに過ぎない。このことに起因する歩留の減少はフォールトトレランスの導入による歩留の増加よりはるかに小偏である。

【0195】ここで述べているZ1Jシステムでは、フォールトトレランスは、各ノズル110に対して2つのヒータ素子121および122を設けることによって導入されている。ノズル110は環状でチップ100の表面にあるので、各ヒータ120は、その2つのヒータ素子121および122がノズル110の互いに向向する側に位置するように装着されていて、これらのヒータ素子は同じ幾何学的形状を有することが好ましい。ヒータ素子は、図47(A)および図47(B)に示されるように、主ヒータ121と冗長(redundant)ヒータ122とからなり、図10に示される構造を使用しても良い。したがって、インク滴は、本質的に同じであるヒータ121または122によってノズル先端111から吐出される。

【0196】フォールトトレランスのための冗長ヒータ122の制御は主ヒータ121の駆動回路の駆動トランジスタの電圧を検出することによってなされる。このノードではノズル110が駆動される度に、H1GHよりLOWへの変化が起こる。このノードの動作により、3つの故障が検出される。

【0197】1. ヒータ断線：ヒータ121が断線すると、ノードはLOWを保つ。

【0198】2. 駆動トランジスタの断線：これが発生すると、ノードはH1GHを保つ。

【0199】3. 駆動トランジスタの短絡：もし、トラ

ンジスタが短絡すると、ヒータが過熱し、断線して、ノードはLOWにとどまる。

【0200】図48は、Z1Jチップ100の1つのノズル用の駆動回路185および186を示し、このチップ100は、主ヒータ121の駆動トランジスタ164のドレインからサンプリングするデジタル回路として実現されたフォールトトレランスを有する。

【0201】ラッチ189は、ヒータ121の駆動が停止したとき、ノードがLOWになることによって検出された故障状態を記憶する。ラッチ189は、主ヒータ121の駆動トランジスタ164の駆動信号が同様に入力されるANDゲートに対しての出力を行い、ヒータ121が作動中であるべきことを示す。他のANDゲート190は駆動トランジスタの断線状態を検出する。2つのANDゲート190および191は冗長ヒータ122を制御するために、ORゲート192の入力に接続される。

【0202】演算回路のバース幅および電圧は狭い領域で安定しているため、図48のデジタル回路は図49で示されるような、より単純なアナログ回路に置き換えることが可能である。この構成で、コンデンサ194およびダイオード196は、演算回路がH1GHからLOWへ変化する際にパルスが発生する。このパルスは、主ヒータ121の回路が作動中は、冗長ヒータ122の駆動を禁止する。もし、主ヒータ121が故障すると、冗長ヒータ122が、主ヒータ121が駆動されるべきタイミングで駆動される。

【0203】構成部品の値はパルスがヒータ作動時間（6マイクロ秒）より長く、パルス繰り返し時間（200マイクロ秒）より短くなるように決定される。このことは、部品の許容値が大きいことを意味する。

【0204】ヒータ121および122、駆動トランジスタ164および193ならびに関連する接続はZ1Jチップ110の面積の90%以上を占めているので、この領域にのみ冗長性をもたすことによって、かなりの程度のフォールトトレランスが得られる。しかし、保護は小領域欠陥に対してのみなされる。約10μmより大きい直径の欠陥は故障を引き起こす。

【0205】フォールトトレランスは、Z1Jチップ100の回路の100%冗長性を含むように、容易に拡張できる。同時に、直径600μmまでの欠陥によるある程度の故障のトレランスも得られる。これは、既に述べたシフトレジスタ181および駆動回路を二重に設けることによって達成可能である。シフトレジスタ181はチップ面積を大きくは占めないため、この二重化によるコストアップを歩留り向上によるコストダウンが上回る。

【0206】図50は完全冗長性をもたせたZ1J駆動回路の一態を示す。ここでは、主駆動回路187は二重化され、同時に主回路187が作動中には冗長回路18

の駆動を禁止する回路（抵抗250およびコンデンサ199）が附加されている。

【0207】図51（A）および（B）は広領域フォールトトレランスを実現するZ1Jチップ100の小区間の単純なチップの配置を示す。駆動回路の大領域故障は修正されるが、小領域故障のみがノズル領域で修正される。これは主ヒータ121および冗長ヒータ122が同一ノズル110に存在するためである。しかし、ノズル領域は駆動素子を含まず、たいていのマスク層で故障に影響されない。

【0208】主回路または冗長回路のシフトレジスタを破壊する欠陥は、次の駆動段はフォールトトレランスがないということを意味する。また、主または冗長シフトレジスタのデータシーケンスでの故障の積み重ね（stuck-high fault）は、VssとVdd間が短絡するような、チップの故障を引き起こす。しかし、このタイプの故障は考えられる故障の小さいパーセンテージを占めるにすぎない。

【0209】図51（A）および（B）に示されるように、主回路156および158ならびに冗長回路157および159のチップ100上での対向配置は図50の回路に使用されると問題を起す。その問題は予備駆動トランジスタ193への電力接続が、図52に示されると同じように、チップ100を横切ってループを形成することである。このループはかなりのチップ面積を占め、チップを横切る高電流トラックの総数を二倍にする。これは冗長ヒータ122と冗長駆動トランジスタ193の直列接続を遂にすれば解決できる。これは、冗長駆動トランジスタ193を制御するためのレベルトランスレータ257の導入を要求する。これは図53に示され、ここでは、大領域フォールトトレランスのために設計されたZ1J駆動回路の一段が示されている。

【0210】チップの表面の約50%が駆動トランジスタ164および193とヒータ121および122の間のアルミニウム接続で占められている。これらの接続は微小幅の線を用いているので、欠陥の発生する可能性も高い。表3は影響を受けるヘッド回路がただ一つ欠陥を有すると考えた場合の起こり得る故障状態とその結果を示す。

【0211】表3に列挙されている各状態は、二つの主駆動トラックが短絡する場合を除いては、フォールトトレランスがある。これは各主駆動トランジスタ164とそのヒータ121の間にヒューズを挿入することによってフォールトトレランスが得られる。しかし、このヒューズは精度が非常に高い必要があり、ヒータ電流が二倍で溶解するが、一倍では溶解してはならない。もっとエレガントな解決策は主駆動トラックを冗長駆動トラックで挟み込むことである。この構成は二つの主駆動トラックを短絡するのに必要な欠陥サイズを三倍だけ増やす。このような構成はこの発生源による欠陥密度を九倍だけ

低下させる。

【0212】前記のような、フォールトトレランスを実現するための構成は、ノズルレベルでは、ヒータ120を二重化することによってなされる。しかしこれは、もしノズル110が閉塞すると、正確な動作は保証されない。もしこれが起こるとチップレベルで、図54に示されるようにノズルアレーの二重化によってフォールトトレランスを得ることが必要となる。

【0213】ここでは、冗長ノズルのZ1Jチップ450が示され、これは主シアンノズルアレー451、冗長シアンノズルアレー452、および同様に、マゼンタ（453、458）、イエロー（455、456）およびブラック（457、458）の同様な構成のアレー有する。この構成で、主アレーのノズルの一つが故障すると、冗長アレーの対応するノズルを駆動する。これは、図54で説明され、ここでは、主シアンノズル451Aがスイッチ460を介して給電されたヒータ461により駆動され、冗長シアンノズル452Aも同様なヒータ463とスイッチ462により駆動される。スイッチ460と462を接続しているのは主シアンノズル451Aの故障を検出する故障検出器464であり、これがスイッチ462へ駆動パルスを入力する。アレー451に対するアレー452の物理的変位のため、チップ450を横切る紙の相対的な移動に関する時間と動きの両者またはそのいずれかを補償する必要がある。これは並列負荷のシフトレジスタ465により可能であり、このシフトレジスタは一列のノズルに発生する故障のすべてを検出し、そのデータ出力を直列データの流れとしてシフトする。この直列データは適当な数のラインディレイにより遅延された後、直列-並列変換シフトレジスタに入力され、そこでこのデータは冗長スイッチ462により冗長ヒータ463を起動するのに使われる。

【0214】システムレベルのフォールトトレランスは図56に示すようなやり方で得られ、そこでは二つのサーマルインクジェットチップ470および475が隣あって配列されている。チップ470は主デバイスとして動作し、チップ475は冗長デバイスとして動作する。従って、アレー471ないし474は既に述べたような方法でアレー476ないし479により補償される。しかし、この構成では各ノズル480は、故障検出器482および補償器483を以前のように用いて、対応するノズル481へ接続しなければならない。これは故障データを主チップ470よりシフトし、それを遅延し、さらに冗長チップ475のノズルを駆動するために使用することによって達成される。

【0215】ダイシングおよび取り扱いZ1Jチップ100は非常に長く薄いうえに、エッチングにより貫設された多数の穴を有するので、チップ100の機械的強度は、従来法で歩留りの高いダイシングを可能にするには不十分である。

【0216】ダイストバックエッチ (diced back etch) を使用する簡単な解決法が図57に図示されている。図57では、チャンネル147はウェハ149の背面にエッチングにより、そのほとんどがウェハを貫通して形成されている。次いで、ウェハ149は前面に刻み目145を形成される。チャンネル147はインクチャンネル101とノズル路 (パイプ) 110とをエッチングするのに使用されるのと同じ工程を使用してエッチングすることができる。ダイスライン145に沿うパイプ146の間隔を調整して取り扱ひのための強度とダイシングの容易性ととのバランスを最適にすることができる。Z1Jチップ100が分離される前にダイシングにより切り落とされなければならない。タッグ148が、例えば5mm幅であるならば、220mmのヘッドに對するウェハの長さは230mmにしなければならない。ウェハ149は種々の化学処理工程中、これらのタッグ148によって支持して処理の「影」(シャドウ)によりZ1Jチップ100の領域が影響を受けるのを防止している。

【0217】リソグラフィ
全幅カラーZ1Jチップ100の大きさは約220mm×4mmであり、ピクセル当り1ノズルに対しては3 μ m、ピクセル当り4ノズルに対しては2 μ mのように、依然として非常に細い線幅を要求している。レジストパターンを作画する際に焦点と解像力を維持することは困難ではあるが、現在の技術の限界内である。

【0218】全ウェハ投影印刷 (projection printing) または光学ステッパのいずれも使用することができる。両方とも、長軸に220mmの移動ができるようにするにはステージに変更を加える必要がある。

【0219】1:1投影印刷では、走査投影印刷機は非常に長いマスクを許容するようにマスク搬送機構を整合させるように変更される。マスク上の粒子により惹き起される欠陥は1:1の比率で投影され、焦点が合わされているので、同じ欠陥レベルを達成するのにより清浄な条件が要求される。1:1印刷機は、また、220mm×104mmの像面積のマスクを要求する。このため、マスク作製方法に変更を加える必要がある。このサイズの解像度2 μ mのマスクの作製は大量生産製造について可能であるが、小容量でも非常に高価である。これらの理由から、ステッパ形状を検討する必要がある。

【0220】5:1縮小ステッパを使用すると、走査投影印刷機にまつわる問題、特に非常に大きなマスクの製造にまつわる問題、のいくつかおよびマスクの粒子汚染が減少する。しかしながら、新しい問題がいくつか起きている。まず、10mm×8mmの異なる作像面積が使用される。そして、全幅ウェハは22×13工程で像形成することができる。これにより、印刷に全体として約250秒かかる全286工程が提供される。

【0221】Z1Jチップ100の製造には約10の作像工程が必要とされるので、ウェハ当りの全露光時間は約2500秒にもなり得るため、実質的にそのような装置の生産速度が低下する。また、ステッパを使用すると以下の2つの問題が生じ、Z1Jチップのデザインに影響を与える。

【0222】1. Z1Jチップ100は一つの輪線においてステッパサイズよりも長い。

【0223】2. マスクはウェハの露光中、容易に変えることができないので、全てのヘッドに一つのマスクを使用しなければならない。

【0224】これらの問題のうち、第1のものは、繰り返しパターンを使用し、その繰り返しブロックの周辺における整合が臨界的に重要ではないことを保証することによって克服することができる。ウェハ149は一方のみにダイシングされるので、繰り返しブロックは矩形である必要はないが、ノズルのような極端な形状を避けることができる。マスクパターンの左右両端は、それらが相互に整合する限り、全く不規則でもよい。

【0225】また、各信号線はボンディングパッド207、223において終結していなければならない。これらのボンディングパッド207、223は、典型的には、チップ100の側端に配置されている。これにより、Z1Jチップ100の側端は、通常、Z1Jチップ100の中央パターンとは異なるパターンで像形成されることが要求される。これは、マスクをプレーティングしてボンディングパッドと付随する回路をチップの最初の露光以外の全てに対して曇らせることにより達成される。

【0226】図59は全幅連続露光カラーZ1Jチップ100用のステッパマスクの基本的なフロア設計またはチップのレイアウトを示し、全面フォールトトレランスの完全な冗長性を含んでいる。図59の拡大部分は不規則なマスク境界258を示す。

【0227】Z1J製造方法

Z1Jチップ100は標準的な半導体処理方法とよく似た方法で加工することができるが、いくつかの余分の加工工程が必要である。これらは、正確なウェハ厚制御、HfB2ヒータ素子の焼き、ノズルチップのエッチング、インクチャンネルのバックエッチングおよびノズルパレルのバックエッチングである。

【0228】2層 (level) 金属を用いた2 μ mN MOS法が採用されているのは、画素当り4ノズルの基礎であるからである。CMOS法またはバイポーラ法も使用することができる。

【0229】1Jヘッドを走査するためのウェハの製造は、背面も正確に研磨する必要があることとウェハ厚を5 μ m以上に維持する必要があること以外は、標準的な半導体装置用のものと同様である。これは、ウェハの両側がフォトリソグラフィにより処理され、反対側からのエッチング深度が重要であるためである。

【0230】全幅固定Z1Jチップは、ヘッドを走査するのに使用されるチップとは異なるウェハの製造が必要である。これは、A4頁をプリントすることができるためには、Z1Jチップは長さ210mm以上、A3頁に対しては長さ297mm以上でなければならないからである。これは、典型的シリコン結晶のシリンドラよりもずっと幅広である。ウェハはこのシリンドラを軸方向にスライスして必要とされる長いチップを提供することができる。

【0231】ウェハを研磨すると、得られたウェハは、一般に、約600μm厚である。得られたウェハは約230mm×104mm×600μm厚の矩形である。このウェハの上に約25の全色ヘッドを加工することができる。そのようなウェハは図58のウェハと外観が類似している。長さ230mm、径6インチのシリンドラを使用して歩留りが失われる前に最大2600個の全幅全色ヘッドを製造することができる。

【0232】Z1Jプリントチップ100は1ピース構造であるため、露光にステップを使用しているために、ウェハの平坦性の要求はトランジスタ製造法よりも厳しくはない。ウェハは背面のりん拡散を使用してゲッタリングすることができるが、背面のダメージが生じることがあるので、推奨されない。これは、背面が引き抜きエッチングされるからである。

【0233】Z1Jチップ100のウェハ加工は、ヒータ素子とノズル形成に必要とされる特殊な方法の組み合わせおよび駆動電子回路製造に使用される標準方法を使用する。Z1Jチップ100のサイズは駆動トランジスタ164、193ではなく、主にノズル110によって決まるので、非常に精密な方法を使用するサイズ上の利点はない。本明細書において開示された方法は2μm自己整合ポリシリコンゲートNMOS法に基づいているが、CMOSやバイポーラのような他の方法も使用することができる。ここに開示されたプロセスサイズは高密度4色Z1Jヘッドのノズル110に必要とされるインタコネクタ密度に適合する最大サイズである。これも金属の2つの層（レベル）を必要とする。金属の2つのレベルはより単純なヘッドに必要とされることがあるが、これは、大電流トラックがチップを横断して形成され、非常に長いクロックトラックがチップに沿って形成されているからである。

【0234】Z1Jノズル110の形成に必要とされるウェハ加工工程は駆動トランジスタに必要とされる工程と異なっている。駆動トランジスタに使用されている方法は当業者に公知のように標準的なものであるため、本明細書においてそのような工程を特定する必要はない。

【0235】Z1Jチップ100のウェハ加工は図60～図69に図示される。図60～図69は、図9に図示された断面線に対応する単一ノズルの断面を示す。図6

0～図69はノズルアレイの外側（outboard）に配置された対応する同時構造も示している。

【0236】まず、図60を参照すると、サーマルSiO₂の0.5μm層132がp型ドープ基板130上に成長させられる。これに駆動回路に必要なものと熱分路バイア（thermal shunt wires）400とがパターン形成される。

【0237】次に、図61を参照すると、基板130上に薄いゲート酸化物が熱的に成長させられる。こうすると、熱分路140の基板130への電気的接合に影響を与えるが、熱伝導にはほとんど影響しない。ポリシリコンを堆積してトランジスタのゲート403とインタコネクタとが形成される。トランジスタのドレインとソースはポリシリコンゲート403をマスクとして使用してn型ドープされている。これは、また、熱分路接続部403を基板130にドープする。HfB2の0.5μm層を堆積してヒータ102が形成される。アルミニウム0.5μm層を基板130に堆積して金属134の第1層が形成される。ヒータと第1層金属134を合わせたパターンがレジストに形成され、燐酸硝酸塩エッチング剤でウェットエッチングされる。HfB2層はアルミニウムをマスクとして使用して反応性イオンエッチング処理される。このエッチングは、米国特許第4889587号公報に記載されているように、CCl₄（四塩化炭素）のようなハロゲン性ガスをを用いて行われる。これにより、ウェハは、図61に図示された段階になる。マスクは接地共通トラック405とV+共通トラック405を示す。

【0238】次いで、レジストにヒータ素子120を露光するパターンが形成され、燐酸硝酸塩エッチング剤でウェットエッチング処理される。そうすると、ウェハは図62に図示されるものとなる。図62はまたアルミニウムの下のヒータ接続電極407とHfB2400とを示している。

【0239】前記の工程に従うと、HfB2の500Å厚層が金属134の全ての第1層の下に生じる。これは制御回路における全てのFETのソースとドレインへの接続ならびにショットキーダイオードを含む。必要ならば、他のマスキング、RIEエッチングをアルミニウムの堆積前に使用して、望まない領域からHfB2を除去することができる。

【0240】図63は層間（インターレベル）酸化物136の形成を説明している。これは約1μm厚のCVD SiO₂層である。この層の厚さはヒータ120と熱分路140との間に必要とされる伝熱遅れ（thermal lag）によって決めることができる。図63はこの工程の後のウェハ断面を示す。図63において、符号410は熱分路バイアであり、411はノズルキャピティ、412はトランジスタに接続するためのバイア、413はヒータ接続バイアである。

【0241】図64を参照すると、第2層（レベル）金属138は0.5 μ mアルミニウム層として形成される。この層はヒータ120、ヒータ接続部416および駆動回路用接続部415に対する第2層の相互接続部144と熱分路140との両方が形成されている。2つのレベルの金属は画素当り1つのノズルを持つZ1Jヘッドには必要であるとは思えないが、画素当り4つのノズルを持つ高速カラーヘッドには必要であることはあり得る。この層の厚さおよび材料は特定の用途に応じてヒータチャンパの熱的要求に合うように変更することができる。

【0242】図65を参照すると、CVDガラスオーバーコート142が約4 μ mの厚さに適用される。PECVDのような低温CVD法を使用することができる。この層は非常に厚く、ノズルチップ417に対して機械的強度ならびに環境からの保護を与えている。SiO₂エッチング種で4 μ mガラスオーバーコートを貫通して直径17 μ mの穴がRIEエッチング処理により形成される。これにより、ノズル先端417の頂部が形成され、図65に図示された構造が完成される。

【0243】SiO₂のRIEによって形成された穴（417）は、シリコンエッチングガスを使用してさらにRIEを行うことにより、少なくとも30 μ m延長される。この場合、SiO₂オーバーコートはRIEマスクとして使用される。RIEは比較的に非選択的であるので、SiO₂オーバーコートのかなりの量が犠牲になる。例えば、エッチング速度がS:1（Si:SiO₂）であるならば、CVDガラスオーバーコートは10 μ mの深さまで堆積されるため、シリコンのエッチング後4 μ mが残留する。この穴（417）はできるだけ深くエッチングして、ノズルバレル（113）のバックエッチングの深さの正確さの要件を最低限に下げることができる。垂直に近い側壁を得るのに反応性イオンエッチングが使用される。

【0244】ウェハは約200 μ mの厚さまでバックエッチング処理される。しかし、実際の厚さは重要ではなく、厚さの変動が重要である。ウェハは厚さの変動がウェハ全体で $\pm 2\mu$ m未満となるようにエッチング処理する必要がある。

【0245】もしもこれが達成されないと、その後、ノズルをバックエッチング処理する方法がヒータをオーバーエッチングして破壊することがないよう保証するのは困難である。

【0246】4色ヘッドに対する次のステップは、図6(A)～(D)に示した方法でチップ100の表面の裏側にあるインクチャネル101のRIEエッチングである。これらのインクチャネル101は幅がおおよそ600 μ m、深さがおおよそ100 μ mである。これらのインクチャネル101はZ1Jチップ100の動作にとって必須のものではないが、2つの利点がある。すなわち、チ

ャネル101はフィルタ中のインクの流量を約8mm/秒から約2mm/秒へ減少させる。この流量の減少は、フィルタを別にZ1Jヘッド200に置くことによって達成できる。またチャネル101により、ノズル110のエッチングすべき深さは190 μ mから90 μ mに減少する。ノズルバレル113は直径が40 μ mあるもので、エッチングすべき深さは、ノズルバレル113の長さ対直径比に、大きな影響を与える。

【0247】しかし、インクチャネルバックエッチング420は、ウェハの強度を実質的に弱める欠点がある。希望するならば、このステップは省略できる。

【0248】インクチャネルバックエッチング工程は、前に図57に示した方法を使い、ダイスライン（dice lines）に沿ってウェハの厚さを薄くするのにも使用できる。

【0249】次のステップのエッチングの深さ、つまりノズルバレルのバックエッチング419の深さは、ノズルバレル113がノズルの先端417（111）と適宜に結合して熱作用室（thermal chamber）を構成するのに非常に重要である。この問題の解決策は、光学的分光分析によるエッチング終点検出法を採用することである。基板の正面からあらかじめエッチングされたノズルの先端417を化学的に検出可能なしるし（signature）で満たし、排気ガスを発光分光分析器でモニタすることにより、化学的エッチング停止信号を発生させることができる。ノズルバレル113は、シリコンを異方性反応イオンエッチングして形成する。直径40 μ mの穴（後で等方性プラズマエッチングで60 μ mに拡大される）が、ウェハの裏面からシリコン内へ70 μ mの深さにエッチングされる。これらの穴はあらかじめエッチングされた深さ100 μ mのインクチャネルの底にある。ウェハの厚さは200 μ mに薄くされるので、これらの穴はシリコンの表面から30 μ m以内にエッチングされる。

【0250】分光分析器から終点421の検出信号が出ると、たとえ、いくつかのノズルが先端と結合していなくても、エッチングは停止する。この理由は、次のステップ（露光したシリコン全体の10 μ m等方性エッチング）で、約12 μ m以内のすべてのノズルが先端と結合するからである。図66はこのステップの終了時点でのZ1Jチップを示している。

【0251】ウェハ全表面でエッチングの深さが均一であることは重要である。許容限度は、主に、チップの表面からエッチングされる18 μ mの穴について達成できる各穴の深さに依存する。表面からエッチングされる穴が30 $\pm 2\mu$ mの深さにエッチングされる場合、ウェハの厚さは200 $\pm 2\mu$ m、インクチャネルバックエッチングの深さは100 $\pm 4\mu$ m、全体のシリコンの等方性エッチングは10 $\pm 1\mu$ m、最大結合距離（maximum joining distance）は12 μ m

および、ノズルパレルとヒータとの最大距離は100 μ m、黒鉛許容限界は、ノズルパレルのエッチングが70 \pm 4 μ mでなければならないことを意味する。もし表面エッチングが30 μ mよりも深くできるならば、これらすべての許容限界の制限を緩和できる。バックエッチング工程の表面工程に対する位置合わせ精度はノズルパレルと先端の位置合わせがそれ程重要ではないので、 \pm 10 μ m以内であればよい。

【0252】これらの許容限界の黒鉛効果は図67に図示される。図67に示したクロスハッチを施した領域424は最終的なノズルの形状での不確定領域であり、シングルハッチングを施した領域423は、これらの許容限界を使って求めたノズルパレルのノズル先端に対しての結合の安全限界を示している。安全限界が必要なものは、反応性イオンエッチングでは、底が完全に平坦な穴が残らないためである。チャネルがこの図で示すには、あまり大きいので、ウェハの不確定領域の厚さ(200 \pm 2 μ m)とチャネルのエッチング(の深さ)(100 \pm 4 μ m)とを合わせてひとつの100 \pm 6 μ mの厚さの数字とした。

【0253】このステップでは、別の小さな問題が存在する。これらの問題には、レジストが、70 μ mのRIEでも維持されるように、非常に厚くなければならないこと、エッチングは深くで狭いので使用済のエッチング剤の除去に問題あること、インクチャネルの壁で投影パターンに影ができるのを防止すべきこと、腔状の表面をレジストで適切におおわなければならないこと等の問題が含まれる。インクチャネルの壁のエッチングは許容されるのでこれは重要でない。

【0254】しかし、ノズル110の後端の実際の形や寸法は重要でない。このため広範な別の解決方法を採用できる。必要なことは、最小限の機械的な強さが保持され、インクの毛管現象を生じる形を形成することである。いくつかの可能な代替策は以下のようである。

【0255】次第に狭くなるパレル113に関し、多ステージRIEが使用可能である。多ステージRIEは使用済エッチング剤の堆積することとレジスト層が厚いという問題は回避できるが、さらに多くの処理ステップが含まれる。

【0256】穴と穴との間の空間を最大限にするようにグループ化されたノズルに関し、ノズル110のいくつかを包含する広い穴のエッチング。これにより機械的強度が維持される。これは、図70に図示されている。

【0257】ZIJウェハ全体では、露光したシリコン全体に10 \pm 1 μ mの等方性プラズマエッチングが行われる。これには、2つの目的がある。第1の目的は、ヒータ120の領域にある熱二酸化シリコン132をアンダーカット425を施して熱作用室115を形成する。また、これによりノズルパレル113とノズルの先端111との結合を確実にする。これは、パレル113の底

がり426から生じる。ウェハがその両面をエッチングされるので、18 μ m((10-1) μ mの2倍)以内のまだ結合していないパレル113と先端111がすべて結合しなくてはならない。約12 μ m以内の未結合のパレルおよび先端は結合されたパレルおよび先端と同様に作動する。これにより、パレルの表面エッチング419の精度条件を緩和する。

【0258】エッチングはシリコンに対しては高度に選択的でなければならないし、熱二酸化シリコンに対するエッチング速度は無視できる程でなければならない。そうでない場合、ヒータ絶縁層は破壊されるであろう。この結果図68に図示した構成になる。

【0259】次に、ボンディングパッドを露出するため、4 μ mのガラスのオーバーコート142をエッチングしなければならない。これはノズル先端シリコンエッチングの前におこなってはならない。選択性が劣るのでアルミニウム層139を通した30 μ mのRIEシリコンエッチングが行われることになるからである。

【0260】その後、ZIJチップ100に、0.5 μ mのタンタルあるいは別の適切な材料の層144でパッシベーション層をつくることことができる。適合性の高いコーティングを実現するのは難しいが、パッシベーション層の厚さの不規則性は、ZIJチップ100の性能には実質的な影響を及ぼさない。

【0261】ZIJチップは電気的出力がないので、実際の機能テストは、デバイスにインクを満たし各ノズル110を駆動させるパターンプリンティングを行うことによって実施できる。これはマルチプローブ時間では行えない。マルチプローブ時間でチップ100の機能テストを行う効果的方法は、各ヒータ120を順に駆動してV_tを接地して消費電力を測定することである。各ヒータ120を駆動するたびに電流パルスが必ず発生する。これは無視できる程の帯入力電流が流れる別離回路であるのでこれらのパルスは容易に検出される。したがって動作中のヒータと冗長回路の全体のパターンは約1秒で安価な設備を使って決定できる。したがって、ウェハ全体を1分間以内でマルチプローブできる。動作ヒータと動作しないヒータのパターンは、コンピュータに読み込まれ、プロセス統計をコンパイルし、局所品質管理問題を検出するのに用いられる。

【0262】スクライブは、エッチングされたダイスチャネル(dice channel)147の上面に沿って行われる(図57参照)。ZIJチップ100を分離する前にハンドリングのためのエンドタブ(end tabs)148を切り離さなければならない。チップ100は、ヘッドアセンブリ200の適宜の場所に接合されテープ自動ボンディングにより、チップの両端に沿って1本のテープで接続される。あるいは、チップ100の高電流要求使用(high current requirements)を満足するに十分な長さのワイ

ヤがボンディングされるなら、標準ワイヤボンディングが使用できる。図69は完成したデバイスの断面を指示している。

【0263】図71は、図15に示した構造の21μmチップに用いられる典型的なコンポーネントの平面図である。図72ないし図102は、異なる製造工程にある図82の中心線を通る縦断面図である。

【0264】図72：製造工程は、約25オーム/cmの抵抗にドーパされたp-型の標準シリコンウェハを用いて開始する。

【0265】図73：約0.15μm厚の窒化珪素501の層は、ウェハ500上に成長される。これは、標準NMOプロセスである。

【0266】図74：第1のマスク501は、珪素注入するための窒化珪素501のパターニングに用いられる。

【0267】図75：ウェハ500は、類似トランジスタの形成を防ぐために珪素がフィールド503に注入される。

【0268】図76：約0.8μm厚の熱酸化物層504は、珪素注入フィールド503上に成長される。

【0269】図77：残留窒化珪素501が除去される。

【0270】図78：これは、デプリーションモードトランジスタ用の領域505を形成するために珪素を注入する標準NMOプロセスである。この工程は、レジストのスピニング、第2のマスクを介したレジストの露光、レジストの現像、珪素の注入、およびレジストの除去を含む。

【0271】図79：0.1μmのゲート酸化物506は、熱的に成長する。これは、標準NMOプロセスの一部であり、フィールド酸化物の厚みを0.9μmにまで増加させる。

【0272】図80：1μmのポリシリコン層は、化学的気相堆積を用いてウェハ500全体の上に堆積される。

【0273】図81：ポリシリコン507は、第3のマスク508を用いてパターン化される。ウェハ500は、レジストを用いてスピニングコートされる。このレジストは、第3のマスクを用いて露光され、現像される。次に、ポリシリコン507は、アンダーカットを低減するために、異方性イオンで促進されるエッチングを用いて、エッチングされる。

【0274】図82：ゲート酸化物506は、第3のマスクのポリシリコンエッチによって露出された部分をエッチングされる。これにより、エッチ拡散509が形成され、厚み0.8μmが除去されてフィールド酸化物504が薄くなる。結果となる。

【0275】図83：約1μm深さのN+拡散領域510は、拡散509中に形成される。

【0276】図84：1μm厚のガラス層511は、化学的気相堆積を用いて、堆積される。

【0277】図85：CVDガラス511は、ポリシリコン507、拡散領域510に、およびヒータ領域内に接続することを必要とされる部分を、エッチングされる。接続領域512が形成される。このプロセスは、標準のNMOプロセスと異なっており、この標準NMOプロセスでは、そのエッチングの深さは、ヒータの下に残存する熱SiO2 504の好適量が存在するように、コントロールされる。

【0278】図86：0.05μmのHfB2層513は、ウェハ500の上に堆積される。これは、標準NMOプロセスではない。

【0279】図87：HfB2層513は、エCHANTとしてOC14を用いてイオンで促進されるエッチングによりエッチングされる。ここでは、ヒータ514を露光する。この工程では、レジストのスピニング、第5のレベルのマスクへの露光、レジストの現像、イオンで促進されるエッチング、およびレジスト剝離、を必要とする。

【0280】図88：アルミニウムからなる1μmの第1金属レベル515は、ウェハ500の上に蒸着される。

【0281】図89：第1金属層（レベル）515は、第6レベルのマスクを用いてエッチングされる。この工程では、レジストのスピニング、第6のマスクへの露光、レジストの現像、プラズマエッチング、およびレジスト剝離、を必要とする。HfB2層は、たった0.05μmであり、金属515がエッチングされる時に露光されるので、このエッチングは、HfB2の上に十分に選択的でない限り、行われない。

【0282】図90：1μmのガラス層516は、CVDを用いて堆積される。

【0283】図91：第7レベルのマスク用のパターンコンタクトは、二重レベルの金属を有する2μmのNMO用の標準コンタクトエッチングを用いて、行われる。この工程では、レジストのスピニング、第7のマスクへの露光、レジストの現像、イオンで促進されるエッチング、およびレジストの剝離、を必要とする。

【0284】図92：アルミニウムからなる1μmの第2レベルの金属層517は、ウェハ500の上に蒸着される。この金属層517により、コンタクトの第2レベルが与えられる。これが必要とされるのは、高配線密度がヒータ514に必要であるからであり、この配線は低抵抗金属でなければならないからである。また、この層は、初めのいくつかの実施例で述べたように、熱拡散または熱分路を与える。

【0285】図93：第2レベルの金属517は、第8のマスクを用いてエッチングされる。この工程では、レ

レジストのスピニング、第8のマスクへの露光、レジストの現像、プラズマエッチング、およびレジストの剥離、を必要とする。これは、通常のNMOSS工程である。ヒータ514上のこの堆積された金属ディスクは、廃熱を分配して熱スポットを避けるために用いられる熱放散体である。

【0286】図94：厚膜ガラス層518は、ウェハ500の上に堆積される。この層518は、バブルの破裂の衝撃に抗するに適切な機械的強度を与えるに十分な厚さが必要である。また、インクがガラスに接触する時にインクが滲透することがないように、十分に広い領域に亘って熱を放散するために、十分なガラスが堆積される必要がある。4 μ mの厚みが適切である、と考えられるが、必要に応じて容易に変えることができる。

【0287】図95：この工程では、オーバーコート518中の円筒状のパレル519の第9のレベルのマスクを用いて、熱酸化物層504から下って注入フィールド503に至るまで行う、エッチングが必要である。CVDガラスおよび熱石英は、双方とも、エッチングされる。この工程では、レジストのスピニング、第9レベルのマスクへの露光、レジストの現像、および異方性イオンで促進されるエッチング、およびレジスト剥離、が必要である。

【0288】図96：熱作用室520は、シリコンの異方性プラズマエッチングを用いて、SiO₂の上に高度に選択的に、形成される。これは、他に酸保護からヒータ514を離すSiO₂保護層がエッチングされる場合には、本質的なことである。前もってエッチングされたパレル519は、この工程のマスクとしての役目を果たす。この場合、17 μ mの異方性エッチングが用いられる。熱SiO₂層504をエッチングしすぎないように、注意しなければならない。

【0289】図97：ノズルチャネル512は、異方性イオン促進エッチングにより、ウェハ500の反対側からエッチングされる。チャネル521は、直径約60 μ mであり、深さ約500 μ mである。チャネル521の深さは、チャネルの頂部と熱作用室520の底部との間の距離が必要とされるノズル長さである、ように設定される。エッチングは、レジスト522を介して行う。

【0290】図98：ノズルの通路は、ウェハ500の前面から、高異方性イオン促進エッチングを用いて、エッチングされる。このエッチングは、熱作用室520の底部からバックエッチングされたノズルチャネル521の頂部までであり、長さ約20 μ m、直径20 μ mである。ノズルパレル523は、これから形成される。

【0291】図99：タンタルからなる0.5 μ mパッシベーション層524は、ウェハ500全体の上に均一にコートされる。

【0292】図100：この工程で、窓が、結合パッド525のために、開けられる。ここでは、レジストコー

ティング、第12レベルのマスクへの露光、レジストの現像、タンタルパッシベーション層524のエッチング、オーバーコート518のイオンで促進されるエッチング、およびレジスト剥離、が必要である。2 μ mのアルミニウムがパッド領域に用いることができる場合は、第2レベルの金属517によって形成された該パッドを介してエッチングを避けることは容易である。

【0293】図101：ウェハ500のプロープ後、Z1Jチップは、前述したようにフレームまたは押出成形支持体に組み込まれ、そこに接合される。ワイヤ526は、第2レベルの金属525により形成されたパッドに、該チップの両端において、結合される。電源レールは、該チップの二つの長いエッジに沿って結合される。その後、結合部分がエポキシ樹脂中に封じられる。

【0294】図102：ここでは、インク527で満たされた前方噴射タイプのZ1Jノズルが示される。この場合、液滴は、ノズルが発射すると、下方に噴出される。このタイプのヘッドは、毛細管作用によるインクの充填ができないので、正圧を用いてインクを導入する必要がある。類似のヘッド構造は、ヘッド加熱チップを他の側から満たすことにより、反対方向に発射するノズルに使用することができる。

【0295】前に一般の好適なノズル構造を説明したが、同様の工程が、いくらかの違いはあるが、図14ないし図19に図示した特有なノズル構造に用いることができる。以下のプロセスの各々は、二つのレベルの金属を有する2 μ m NMOSSプロセスである。というのは、このプロセスが、高分解能で、性能の高いカラーZ1Jデバイスの製造に使用できる最も簡易なプロセスであるからである。以下のプロセス間には一貫性があるので、各プロセスの間のより迅速な比較が可能である。

【0296】図14に示された構造を得るに必要なプロセスの工程の概略は、以下のようである。

【0297】1) 出発ウェハ：Pタイプ、厚み600 μ m;

2) 0.15 μ mの窒化珪素を成長させる。

【0298】3) マスク1を用いて窒化物をパターンニングする。

【0299】4) フィールドを注入する。

【0300】5) 0.8 μ mのフィールド酸化物を成長させる。

【0301】6) マスク2を用いて砒素を注入する。

【0302】7) 0.1 μ mのゲート酸化物を成長させる。

【0303】8) ポリシリコン(1 μ m)を堆積する。

【0304】9) マスク3を用いてポリシリコンをパターンニングする。

【0305】10) 拡散窓をエッチングする。

【0306】11) n⁺領域を拡散する。

【0307】12) 1 μ m CVDガラスを堆積する。

【0308】13) マスク4を用いて接続部をパターニングする。
 【0309】14) 0.05 μ mの酸化ハフニウムヒータを堆積する。
 【0310】15) マスク5を用いてヒータをエッチングする。
 【0311】16) 第1の金属(1 μ m)を堆積する。
 【0312】17) マスク6を用いて金属をパターニングする。
 【0313】18) 1 μ m CVDガラスを堆積する。
 【0314】19) マスク7を用いてコンタクト部をパターニングする。
 【0315】20) 第2の金属(熱分路を含む)、1 μ mのアルミニウム、を堆積する。
 【0316】21) マスク8を用いて金属をパターニングする。
 【0317】22) 10 μ mのCVDガラスを堆積する。
 【0318】23) CVDガラスを介し、マスク9を用いて、ノズルをエッチングする。
 【0319】24) 等方性エッチングを用いて熱作用室をエッチングする。
 【0320】25) ウェハを介し、マスク10を用いて、パレルをバックエッチングする。
 【0321】26) 異方性のマスクなしのエッチングを用いて、熱作用室をパレルに連結する。
 【0322】27) 0.5 μ mのタンタルパッシベーションを堆積する。
 【0323】28) マスク11を用いてパッドを開ける。
 【0324】29) ウェハブロープを行う。
 【0325】30) ヘッドアセンブリに組み込む。
 【0326】31) ワイヤを接続する。
 【0327】32) エポキシ樹脂にポッティングする。
 【0328】33) インクを充填する。ヘッドは毛細管現象により満たされる。
 【0329】図15に示された構造を得るに必要なプロセスの工程概略は、以下のようである。
 【0330】1) 出発ウェハ: Pタイプ、厚み600 μ m。
 【0331】2) 0.15 μ mの窒化珪素を成長させる。
 【0332】3) マスク1を用いて窒化物をパターニングする。
 【0333】4) フィールドを注入する。
 【0334】5) 0.8 μ mのフィールド酸化物を成長させる。
 【0335】6) マスク2を用いて珪素を植え込む。
 【0336】7) 0.1 μ mのゲート酸化物を成長させる。

【0337】8) ポリシリコン(1 μ m)を堆積する。
 【0338】9) マスク3を用いてポリシリコンをパターニングする。
 【0339】10) 拡散窓をエッチングする。
 【0340】11) n+領域を拡散する。
 【0341】12) 1 μ mのCVDガラスを堆積する。
 【0342】13) マスク4を用いてコンタクト部をパターニングする。
 【0343】14) 0.05 μ mのHfB2ヒータを堆積する。
 【0344】15) マスク5を用いてヒータをエッチングする。
 【0345】16) 第1の金属(1 μ m)を堆積する。
 【0346】17) マスク6を用いて金属をパターニングする。
 【0347】18) 1 μ m CVDガラスを堆積する。
 【0348】19) マスク7を用いてコンタクトをパターニングする。
 【0349】20) 第2の金属(熱分路を含む)、1 μ mのアルミニウム、を堆積する。
 【0350】21) マスク8を用いて金属をパターニングする。
 【0351】22) 3 μ m CVDガラスを堆積する。
 【0352】23) マスク9を用いCVDガラスを介して熱作用室への入口をエッチングする。
 【0353】24) 等方性プラズマエッチによって熱作用室をエッチングする。
 【0354】25) マスク10を用い、ウェハの表面から孔を520 μ m深さ、80 μ m幅にエッチングする。
 【0355】26) 熱作用室入口をマスクとして用い異方性RIEによって熱作用室をパレルに連結する。
 【0356】27) 0.5 μ mタンタルパッシベーションを堆積する。
 【0357】28) マスク11を用いパッドを開ける。
 【0358】29) ウェハブロープを行う。
 【0359】30) ワイヤをボンディングする。
 【0360】31) エポキシ樹脂にポッティングする。
 【0361】32) ヘッドアセンブリに組み込む。
 【0362】33) ヘッドアセンブリにインクを充填する。
 【0363】34) ノズルのバブル圧以上の正インク圧をヘッドに加える。
 【0364】図16に示された構造を得るに必要なプロセスの工程の概要は以下のようである。
 【0365】1) 出発ウェハ: Pタイプ、厚み600 μ m。
 2) 0.15 μ mの窒化シリコンを成長させる。
 【0366】3) マスク1を用いて窒化物をパターニングする。
 【0367】4) フィールドを注入する。

【0368】5) ノズル位置の周りに、マスク2を用いて直径 $22\mu\text{m}$ 、深さ $2\mu\text{m}$ 、幅 $1\mu\text{m}$ の環状溝をエッチングする。

【0369】6) $0.4\mu\text{m}$ のフィールド酸化物を成長させる（これは溝の壁の上にも成長する）。

【0370】7) $0.05\mu\text{mHfB}_2$ ヒータを堆積する。

【0371】8) マスク3を用いてヒータをエッチングする。

【0372】9) マスク4を用いて砒素を注入する。

【0373】10) $0.1\mu\text{m}$ のゲート酸化膜を成長させる。

【0374】11) ポリシリコンを成長させる（ $1\mu\text{m}$ ）。

【0375】12) マスク5を用いてポリシリコンをパターニングする。

【0376】13) 拡散窓をエッチングする。

【0377】14) n^+ 領域を拡散する。

【0378】15) $1\mu\text{mCVD}$ ガラスを堆積する。

【0379】16) マスク6を用いてコンタクトをパターニングする。

【0380】17) 第1の金属（ $1\mu\text{m}$ ）を堆積する。

【0381】18) マスク7を用いて金属をパターニングする。

【0382】19) $1\mu\text{mCVD}$ ガラスを堆積する。

【0383】20) マスク8を用いてコンタクトをパターニングする。

【0384】21) 第2の金属、 $1\mu\text{m}$ アルミニウム、を堆積する。

【0385】22) マスク9を用いて金属をパターニングする。

【0386】23) $20\mu\text{mCVD}$ ガラスを堆積しノズル層を形成する。

【0387】24) マスク10を用い熱作用室とノズルを異方性エッチングする（ $18\mu\text{m}$ 以下の小直径）。

【0388】25) マスク11を用いウェハの表面から孔を $520\mu\text{m}$ 深さ、 $80\mu\text{m}$ 幅にエッチングし、ノズルに結合する。

【0389】26) シリコンの特殊な等方性“ウォッシュ”エッチングを用い熱作用室をヒータ溝の端部へ拡張する。

【0390】27) $0.5\mu\text{m}$ タンタルパッシベーションを堆積する。

【0391】28) マスク12を用いパッドを開ける。

【0392】29) ウェハブロープを行う。

【0393】30) ワイヤをボンディングする。

【0394】31) エポキシ樹脂にボンディングする。

【0395】32) ヘッドアセンブリに組み込む。

【0396】33) ヘッドアセンブリにインクを充填する。

【0397】図17に示された構造を得るに必要なプロセスの工程の概要は以下のようである。

【0398】1) 出発ウェハ：Pタイプ、厚み $600\mu\text{m}$ 。

【0399】2) $0.15\mu\text{m}$ 酸化シリコン堆積。

【0400】3) マスク1を用いて酸化物をパターニング。

【0401】4) フィールドを注入。

【0402】5) マスク2を用いノズル位置の周りに直径 $22\mu\text{m}$ 、深さ $2\mu\text{m}$ 、幅 $1\mu\text{m}$ の環状溝をエッチングする。

【0403】6) $0.4\mu\text{m}$ フィールド酸化膜を成長させる（これは溝の壁の上にも成長する）。

【0404】7) $0.05\mu\text{mHfB}_2$ ヒータを堆積する。

【0405】8) マスク3を用いてヒータをエッチングする。

【0406】9) マスク4を用いて砒素を注入する。

【0407】10) $0.1\mu\text{m}$ ゲート酸化膜を成長させる。

【0408】11) ポリシリコン（ $1\mu\text{m}$ ）を堆積する。

【0409】12) マスク5を用いてポリシリコンをパターニングする。

【0410】13) 拡散窓をエッチングする。

【0411】14) n^+ 領域を拡散する。

【0412】15) $1\mu\text{mCVD}$ ガラスを堆積する。

【0413】16) マスク6を用いてコンタクトをパターニングする。

【0414】17) 第1の金属（ $1\mu\text{m}$ ）を堆積する。

【0415】18) マスク7を用いて金属をパターニングする。

【0416】19) $1\mu\text{mCVD}$ ガラスを堆積する。

【0417】20) マスク8を用いてコンタクトをパターニングする。

【0418】21) 第2の金属（熱拡散層を含む）、 $1\mu\text{m}$ アルミニウム、を堆積する。

【0419】22) マスク9を用いて金属をパターニングする。

【0420】23) $3\mu\text{mCVD}$ ガラスを堆積する。

【0421】24) マスク10を用い熱作用室とノズルを異方性エッチングする（ヒータのエッチングを防ぐため直径は $18\mu\text{m}$ 以下と小さくする）。

【0422】25) マスク11を用い孔をウェハの表面から深さ $520\mu\text{m}$ 、幅 $80\mu\text{m}$ にエッチングする。

【0423】26) シリコンの特殊な等方性“ウォッシュ”エッチングを用い熱作用室をヒータ溝の端部へ拡張する。

【0424】27) $0.5\mu\text{m}$ タンタルパッシベーションを堆積する。

【0425】28) マスク12を用いパッドを開ける。
 【0426】29) ウェハブロープを行う。
 【0427】30) ワイヤをボンディングする。
 【0428】31) エポキシ樹脂にポッティングする。
 【0429】32) ヘッドアセンブリに搭載する。
 【0430】33) ヘッドアセンブリにインクを充填する。
 【0431】図18に示された構造を得るに必要なプロセスの工程の概要は以下のようである。
 【0432】1) 出発ウェハ: Pタイプ、厚み600 μ m。
 【0433】2) 0.15 μ m窒化シリコンを成長させる。
 【0434】3) マスク1を用いて窒化物をパターニングする。
 【0435】4) フィールドを注入する。
 【0436】5) 0.7 μ mフィールド酸化膜を成長させる。
 【0437】6) マスク2を用いて砒素を注入する。
 【0438】7) 0.1 μ mゲート酸化膜を成長させる。
 【0439】8) ポリシリコン(1 μ m)を堆積する。
 【0440】9) マスク3を用いてポリシリコンをパターニングする。
 【0441】10) 拡散窓をエッチングする。
 【0442】11) n⁺領域を拡散する。
 【0443】12) マスク4を用いノズルの直径より僅かに幅の広い2 μ m深さの環状の凹部をエッチングする。
 【0444】13) 1 μ mCVDガラスを堆積する。
 【0445】14) マスク5を用いコンタクトをパターニングする。
 【0446】15) 0.05 μ mHfB₂ ヒータを堆積する。
 【0447】16) マスク6を用いヒータを異方的(垂直方向のみ)エッチングする。
 【0448】17) 第1の金属(1 μ m)を堆積する。
 【0449】18) マスク7を用い金属をパターニングする。
 【0450】19) 1 μ mCVDガラスを堆積する。これはヒータを覆うと共にレベル間誘電体を形成する。
 【0451】20) マスク8を用いコンタクトをパターニングする。
 【0452】21) 第2の金属(熱拡散路を含む)、1 μ mのアルミニウム、を堆積する。
 【0453】22) マスク9を用いて金属をパターニングする。
 【0454】23) 20 μ mCVDガラスを堆積する。
 【0455】24) マスク10を用いCVDガラス中にノズルを異方的にエッチングする。

【0456】25) CVDガラスノズルをマスクとして用い、シリコンに独特なイオンアシステッドプラスマエッチングにより、シリコンの熱作用室をエッチングする。
 【0457】26) ウェハの裏面から孔を520 μ m深さ、80 μ m幅にエッチングし、熱作用室に連結する。
 【0458】27) 0.5 μ mタンタルパッシベーションを堆積する。
 【0459】28) マスク12を用いパッドを開ける。
 【0460】29) ウェハブロープを行う。
 【0461】30) ワイヤをボンディングする。
 【0462】31) エポキシ樹脂にポッティングする。
 【0463】32) ヘッドアセンブリに搭載する。
 【0464】33) ヘッドアセンブリにインクを充填する。
 【0465】図19に示される構造を得るためのプロセスの工程の概要は以下のようである。
 【0466】1) 出発ウェハ: Pタイプ、厚み600 μ m。
 【0467】2) 0.15 μ m窒化シリコンを成長させる。
 【0468】3) マスク1を用いて窒化物をパターニングする。
 【0469】4) フィールドを注入する。
 【0470】5) 0.7 μ mフィールド酸化膜を成長させる。
 【0471】6) マスク2を用いて砒素を注入する。
 【0472】7) 0.1 μ mゲート酸化膜を成長させる。
 【0473】8) ポリシリコン(1 μ m)を堆積する。
 【0474】9) マスク3を用いてポリシリコンをパターニングする。
 【0475】10) 拡散窓をエッチングする。
 【0476】11) n⁺領域を拡散する。
 【0477】12) マスク4を用いてノズル直径より僅かに幅の広い2 μ m深さの環状の凹部をエッチングする。
 【0478】13) 1 μ mCVDガラスを堆積する。
 【0479】14) マスク5を用いてコンタクトをパターニングする。
 【0480】15) 0.05 μ mHfB₂ ヒータを堆積する。
 【0481】16) マスク6を用いてヒータを異方的に(垂直方向にのみ)エッチングする。
 【0482】17) 第1の金属(1 μ m)を堆積する。
 【0483】18) マスク7を用いて金属をパターニングする。
 【0484】19) 1 μ mCVDガラスを堆積する。これはヒータを覆うと共にレベル間誘電体を形成する。
 【0485】20) マスク8を用いてコンタクトをパタ

ーニングする。

【0486】21) 第2の金属(熱伝散器を含む)、1 μmのアルミニウムを堆積する。

【0487】22) マスク9を用いて金属をパターニングする。

【0488】23) 3 μm CVDガラスを堆積する。

【0489】24) マスク10を用いてCVDガラス中に熱作用室を異方的にエッチングする。

【0490】25) CVDガラス孔をマスクとして、シリコンに固有のイオンアシステッドエッチングを用いてシリコンノズルを異方的にエッチングする。

【0491】26) マスク11を用い、ウェハの裏面から孔を520 μm深さ、80 μm幅にエッチングし、ノズルに連結する。

【0492】27) 0.5 μmタンタルパッシベーションを堆積する。

【0493】28) マスク12を用いてパッドを開ける。

【0494】29) ウェハブロープを行う。

【0495】30) ワイヤをボンディングする。

【0496】31) エポキシ樹脂にポッティングする。

【0497】32) ヘッドアセンブリに搭載する。

【0498】33) ヘッドアセンブリにインクを充填する。

【0499】Z1J記録ヘッド200は、Z1Jチップ100と共に、さまざまな記録方法を適用できる。例えば、従来良く用いられる走査型のヘッドでページを横切ってプリントする方法若しくは全幅・固定型のプリントヘッドで記録する方法に適用できる。図103ないし図107は種々のZ1Jヘッドを用いた多様な実施例を示している。

【0500】図103はカラー複写機531を示し、コピーすべき原稿を読み取るスキャナ541を有している。スキャナ541はレッド、グリーンおよびブルー(RGB)のデータを信号プロセッサ543に出力する。そこでRGBデータはデバイス100でプリントするのに適するドットごとのシアン、マゼンタ、イエローおよびブラック(CMYK)のデータに変換される。CMYKデータはデータフォーマッタ545に入力される。このデータフォーマッタ545は図45、図46に記載の回路によって動作する。データフォーマッタ545は、フルカラーのZ1Jヘッド550にデータを出力する。フルカラーのZ1Jヘッド550は、紙搬送機構547によって搬送されるA3のページに対し1インチ当たり400画素の記録が可能である。制御用マイクロコンピュータ549は、スキャナ541、信号プロセッサ543、紙搬送機構547のシーケンスを制御することにより、複写機531全体の動作を統括する。

【0501】図104は、カラーファクシミリ533を示す。ここで、図103と同様の構成要素には同一符号

を付してある。スキャナ541は原稿を走査して読み取る。読み取られた画像データは、データ圧縮機(data compressor)560によって圧縮され、その後、送信される。データ圧縮器560はJPEG標準など、全ての標準的なデータ圧縮方式(system)を用いることができる。このデータ圧縮器560は送信するデータをPSTNまたはISDN網564に接続されたモデム562に出力する。また、モデム(MODEM)562はデータを受信し、画像データ復号化伸長器(image expander)566に出力する。復号化伸長器566は、データ圧縮器560の機能を補う。復号化伸長器566は、上述のようにして受信データをデータフォーマッタ545に出力する。この図の実施例では、記録に使われる用紙の幅よりも長い幅を有する、カラーZ1Jヘッド551が用いられている。

【0502】図105は、コンピュータ用プリンタ535を示す。このプリンタは、使用するZ1Jヘッドのタイプにより、カラーまたはモノクロームのプリントを行うことができる。データは、入力部569を介してデータ受信部568に入力される。マイクロコントローラ549は、受信したデータを画像メモリ571にたくわえる。画像メモリ571は、上述のようにしてフルカラーのデータフォーマッタ545に、または白黒のデータフォーマッタに、データを出力する。この実施例ではデータフォーマッタ545は、全幅Z1Jヘッドにデータを出力し、紙搬送機構547により搬送される用紙に対してのプリントが行われる。

【0503】図106はビデオプリンタ537における実施例を示す。このビデオプリンタ537は入力部574を介してビデオデータを受信する。この入力部574は、テレビ画像デコーダ、およびADCを有するユニット573に接続されている。このユニット573は画像の画素データをフレーム記憶部575に出力する。信号プロセッサ543は前記と同様にRGBデータをプリント用のCMYKデータに変換する。この実施例では小型のカラーZ1Jヘッド553が紙搬送機構547によって搬送される写真サイズの用紙にプリントを行う。

【0504】最後に、図107はページのフォーマッティングがホストコンピュータ577によって行われる簡易プリンタ539を示す。ホストコンピュータ577は画像データと制御情報とをバッファ579へ出力する。このバッファの情報は、前記と同様にデータフォーマッタ545に出力される。制御ロジックユニット581もまた、ホストコンピュータ577からの命令を受信し、この命令により紙搬送機構547を制御する。

【0505】さらに当業者は、Z1Jヘッドのいかなる組み合わせも上記実施例に応用できることが理解できよう。

【0506】たとえば、前述のマルチヘッド冗長構成は、ページプリンタ型ヘッドにも走査型ヘッドにも用い

【0507】以上の例は、この発明の実施例にすぎず、
【表1】

(0508)

Z. J. Zhang et al.

使用例 ／特徴	1. 近景型 連結階調 1cent (one) カラー 21Jヘッド	2. 近景型 グレー階調 21Jヘッド	3. 写真サイズ 連結階調 カラー 21Jヘッド	4. 中遠 A4連結階調 カラー 21Jヘッド
紙サイズ(mm)	10×4	10×1.5	100×2	220×4
像素数	2048	512	5120	51200
画素数	128	128	1280	3200
像素/画素/ライン	4	4	1	4
要素とする色 の数	4	1	4	4
写外速度	3分 (A4)	3分 (A4)	8秒 (写真サイズ)	3.7秒 (A4)
倍 調	フルグレースケール			
解像度 (画素/インチ)	400	400	400	400

[0509]

【表 2】

2.1.1の適用例(表1の続き)

適用例 の特性	5.全幅 A4 54 2134×F	6.高速度 A3連続印刷 52 2134×F	7.中速度 A3連続印刷 52 2134×F
紙の寸法(mm)	220×2	310×4	310×2
行数	12500	71360	17320
要素数	12800	4480	4480
パス/画像/秒	1	4	1
要素とする色 の数	1	4	4
印刷速度	3.7秒 (A4)	5.3秒 (A3)	21秒 (A3)
格 調	フルグレースケール		
解像度 (画素数/インチ)	1600	400	400

[0510]

[表3]

故 障	結 果
主駆動トラック断線	主ヒータ故障。冗長ヒータが肩代わりする。
冗長駆動トラック断線	冗長ヒータ故障。影響無し。
V+トラック断線	V+ヒータのブロック故障。 冗長ヒータが肩代わりする。
グラント保護断線	冗長32ヒータのブロック故障。影響無し。
2つの主駆動トラック短絡	両ノズル吐出する。
2つの冗長駆動トラック短絡	影響無し。
主駆動トラックの冗長 駆動トラックへの短絡	両ヒータが直列にV+とグラントに挿入され、 常時、出力1/2となる。 主ヒータか冗長ヒータが過熱し、断線する (通常、平均電力はパルス電力の1/32)。 他のヒータが肩代わりする。
主駆動トラックがV+へ短絡	動作開始すると駆動トランジスタが溶融 する。冗長回路が肩代わり。
主駆動回路がグラントへ短絡	主ヒータが常時ONとなっているので、過熱 し、断線する。冗長回路が肩代わりする。
冗長駆動トラックがV+へ短絡	冗長ヒータが常時ONとなっているので、過熱 し、断線する。影響無し。
冗長駆動トラックがグラント へ短絡	冗長トランジスタは動作開始すると溶融す る。主回路が動作すれば、影響無し。
V+がグラントへ短絡	V+トラックかグラントトラックが溶融。 V+トラックが溶融すると、冗長回路が分離さ れた主回路を肩代わりする。 その他の状態は影響無し。
検出トラック断線	冗長回路が動作しない。影響無し。
検出トラックのその他の状態	主駆動回路と同様。

【図面の簡単な説明】

【図1】インクジェットプリントヘッドの従来技術を示す斜視図である。

【図2】インクジェットプリントヘッドの従来技術を示す斜視図である。

【図3】本発明のZIJチップを示す斜視図である。

【図4】ZIJプリントヘッドの第1の実施例を示す破断斜視図である。

【図5】ZIJプリントヘッドの第2の実施例を示す破断斜視図である。

【図6】図6(A)、(B)、(C)および(D)はZIJノズルを形成するのに使用されるエッチング工程を示す説明図である。

【図7】ZIJ基板内におけるヒータ要素の可能配列例を示す図である。

【図8】ZIJ基板内におけるヒータ要素の可能配列例を示す図である。

【図9】ZIJ基板内におけるヒータ要素の可能配列例を示す図である。

【図10】ヒータ構造の他の例を示す図である。

【図11】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図12】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図13】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図14】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図15】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図16】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図17】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図18】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図19】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図20】 ノズル形状の一例を示す断面図である。
 【図21】 図21(A)～(D)はZIJチップのノズルからインクが放出される様子を示す断面図である。
 【図22】 図22(A)～(D)はZIJチップのノズルからインクが放出される様子を示す平面図である。
 【図23】 ZIJチップにつき熱の伝わりを示す説明図である。
 【図24】 ZIJチップにつき熱の伝わりを示す説明図である。
 【図25】 ZIJチップにつき熱の伝わりを示す説明図である。
 【図26】 ZIJチップにつき熱の伝わりを示す説明図である。
 【図27】 ZIJチップにつき熱の伝わりを示す説明図である。
 【図28】 チップ、限フィルタおよびインクチャネル押出し体(extrusion)を含むZIJプリントヘッドの配置を示す分解斜視図である。
 【図29】 インクチャネル押出し体を示す断面図である。
 【図30】 単一画素におけるインク滴位置を示す説明図であり、(A)は一画素プリントヘッド当り4つのノズルを用いたもの、(B)は一画素プリントヘッド当り1つのノズルを用いたものである。
 【図31】 ノズルの吐出順序を説明するタイミングチャートである。
 【図32】 一画素カラープリントヘッド当り1つのノズルを用いた場合のノズル吐出パターンを示す説明図である。
 【図33】 一画素カラープリントヘッド当り4つのノズルを用いた場合のノズル吐出パターンを示す説明図である。
 【図34】 図5に示すフルカラーZIJプリントヘッドアセンブリの薄部を分解斜視図である。
 【図35】 (A)および(B)は、それぞれ主および冗長ヒータによりインク滴に付与される偏向角を示す断面図である。
 【図36】 ZIJチップに電力を接続する一方の方向の説明図である。
 【図37】 ZIJチップに電力を接続する他の方法の説明図である。

【図38】 従来のIJヘッドにおけるヒータの配列を示す回路図である。
 【図39】 好ましい実施例におけるヒータ駆動部の配列を示す回路図である。
 【図40】 移送素子(transfer element)を含むヒータ駆動部を示す回路図である。
 【図41】 ヒータを駆動するために用いられるパルスのタイミングダイアグラムである。
 【図42】 1つのクロックパルスを用いるヒータ駆動部の配列を示す回路図である。
 【図43】 クロック再生機構の配列を示す回路図である。
 【図44】 クロックラインにおいてパルス幅を再生するための配列を示す回路図である。
 【図45】 ZIJヘッドに用いられるデータ駆動回路配置の概略ブロックダイアグラムである。
 【図46】 図45のデータ調整器ASICを表示するブロックダイアグラムである。
 【図47】 (A)、(B)は主および冗長ヒータの代替的二例を示す図である。
 【図48】 デジタルの故障許容(フォールトトレランス)制御を行うZIJ駆動部を示す回路図である。
 【図49】 アナログの故障許容制御を用いた類似な回路を概略示す回路図である。
 【図50】 完全な冗長回路を用いたZIJ駆動部を示す回路図である。
 【図51】 ZIJチップの駆動部における(A)電気的および(B)物理的なレイアウトを示す説明図である。
 【図52】 図47の配置に必要な電力配線ループを示す図である。
 【図53】 広域故障許容制御のためにデザインされたZIJ回路の一例を示す回路図である。
 【図54】 他の故障許容制御配列を示す説明図である。
 【図55】 他の故障許容制御配列を示す説明図である。
 【図56】 他の故障許容制御配列を示す説明図である。
 【図57】 一つのシリコンウェハに多数のZIJヘッドを製作するのにより好ましい配列を示す斜視図である。
 【図58】 一つのシリコンウェハに多数のZIJヘッドを製作するのにより好ましい配列を示す平面図である。
 【図59】 一つのシリコンウェハに多数のZIJヘッドを製作するのにより好ましい配列を示す平面図である。
 【図60】 ZIJチップのウェハ処理に用いられる一段階を示す説明図である。
 【図61】 ZIJチップのウェハ処理に用いられる一段階を示す説明図である。
 【図62】 ZIJチップのウェハ処理に用いられる一段階を示す説明図である。
 【図63】 ZIJチップのウェハ処理に用いられる一段階を示す説明図である。
 【図64】 ZIJチップのウェハ処理に用いられる一段階

階を示す説明図である。

【図65】Z1Jチップのウェハ処理に用いられる一階階を示す説明図である。

【図66】Z1Jチップのウェハ処理に用いられる一階階を示す説明図である。

【図67】Z1Jチップのウェハ処理に用いられる一階階を示す説明図である。

【図68】Z1Jチップのウェハ処理に用いられる一階階を示す説明図である。

【図69】Z1Jチップのウェハ処理に用いられる一階階を示す説明図である。

【図70】いくつかのノズルを含めた広幅孔を通る概略断面図である。

【図71】より好ましい実施例の製造の一階階を示す平面図である。

【図72】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図73】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図74】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図75】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図76】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図77】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図78】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図79】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図80】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図81】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図82】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図83】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図84】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図85】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図86】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図87】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図88】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図89】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断

面図である。

【図90】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図91】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図92】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図93】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図94】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図95】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図96】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図97】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図98】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図99】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図100】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図101】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図102】より好ましい実施例の製造の一階階を示す断面図である。

【図103】カラーZ1Jヘッドを組み込んだカラー複写機を示す概略ブロックダイアグラムである。

【図104】同様にカラーファクシミリ機を示す概略ブロックダイアグラムである。

【図105】同様にコンピュータのプリンタを示す概略ブロックダイアグラムである。

【図106】同様にビデオプリンタを示す概略ブロックダイアグラムである。

【図107】同様に簡易プリンタを示す概略ブロックダイアグラムである。

【符号の説明】

100 Z1Jチップ（インクジェットプリントデバイス）

106 インク

108 インク滴

110 ノズル路（ノズル）

113, 487 バレル

114, 489 ノズルチャネル（通路）

115, 488 熱作用室（熱チャンバ）

120, 440 ヒータ（ヒータ手段）

121, 441 主ヒータ

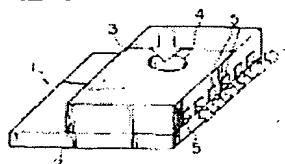
122, 443 冗長ヒータ

130 基板

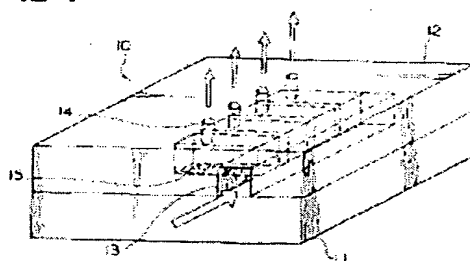
132 断熱層 (高動作温度部分)
 140 熱分路 (熱伝導体)
 160 ヒータドライバ
 164 駆動トランジスタ
 170 主ヒータ駆動回路
 177 コイル駆動回路
 180 クロック再生成配列
 183 不安定マルチバイブレータ
 185, 186 ノズル用駆動回路
 187 主回路
 188 冗長駆動回路
 201, 202 電源バスバー
 205 フィルタ (膜)

210 チャネル押出し件 (インク供給手段)
 220 記録媒体 (紙)
 303~305 ライン遅延器 (第1遅延手段)
 310 データフェーザ (データ調整手段)
 314~316 クロック遅延回路 (第3遅延手段)
 318~325 クロック遅延回路 (第2遅延手段)
 464 故障検出器
 465 シフトレジスタ
 470, 475 リーマルインクジェットチップ
 482 故障検出器
 483 補償器
 484 開口
 491 熱板散路 (熱伝導体)

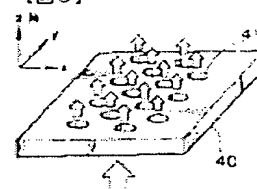
【図1】



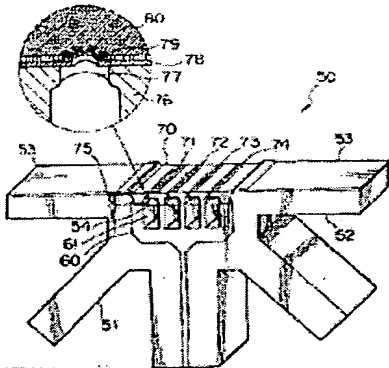
【図2】



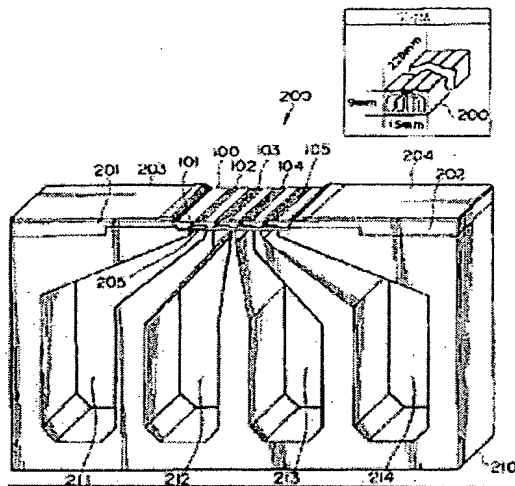
【図3】



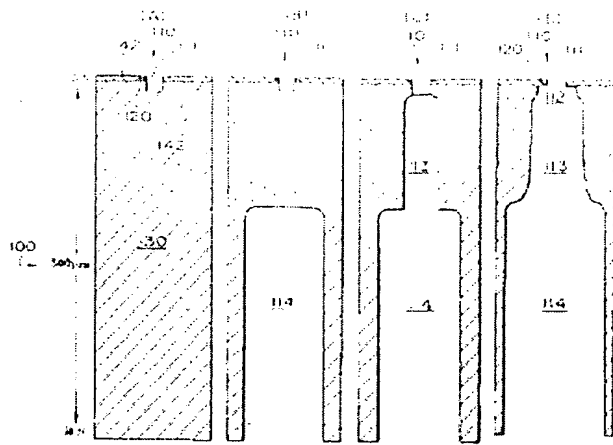
【図4】



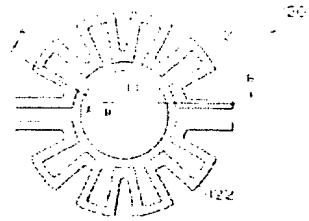
【図5】



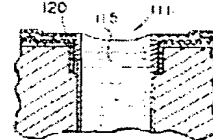
【図 6】



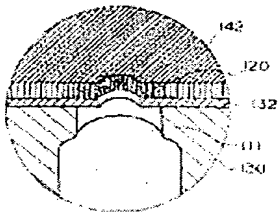
【図 7】



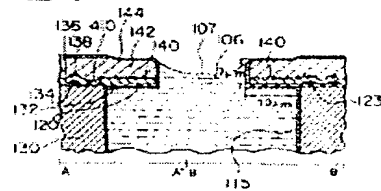
【図 11】



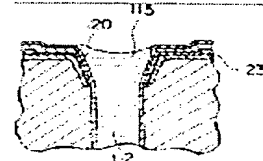
【図 8】



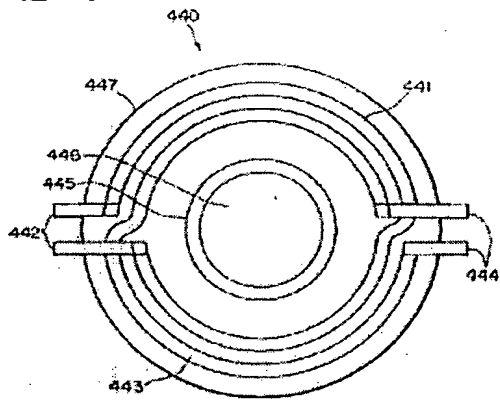
【図 9】



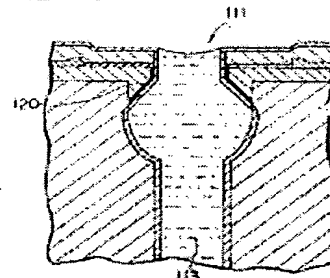
【図 12】



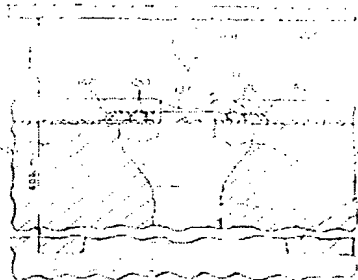
【図 10】



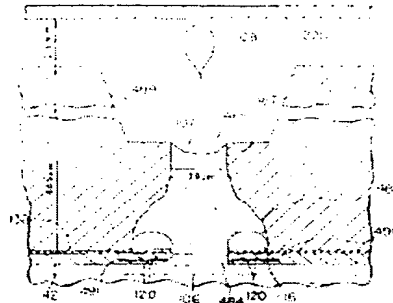
【図 13】



【图 14】



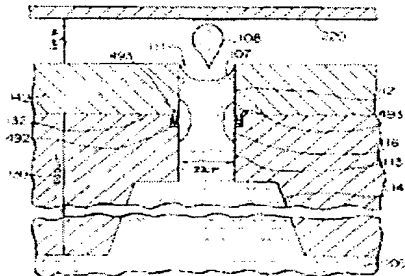
【图 15】



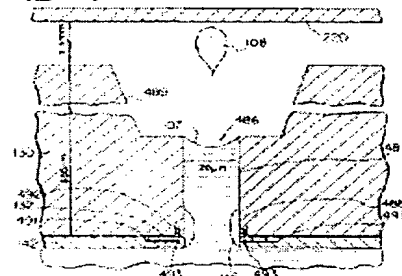
【图 16】



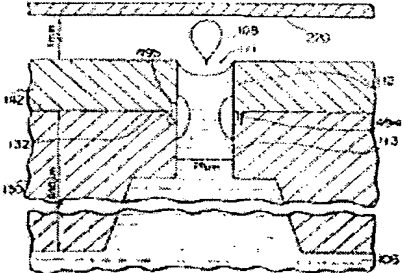
【图 16】



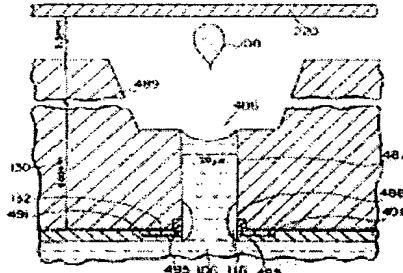
【图 17】



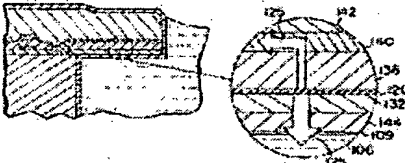
【图 18】



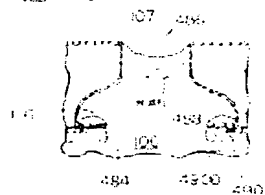
【图 19】



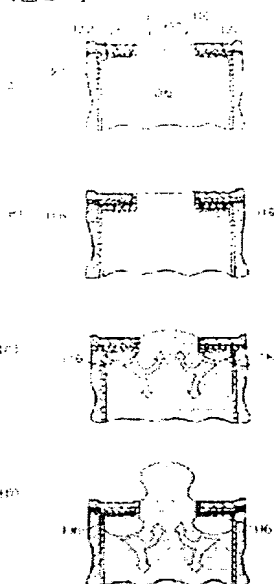
【图 24】



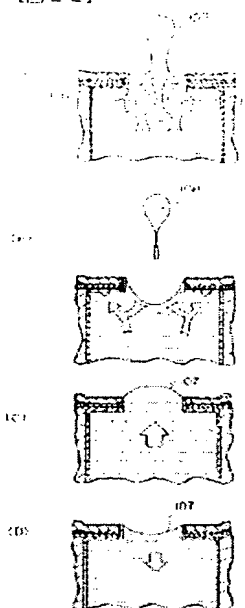
【图 20】



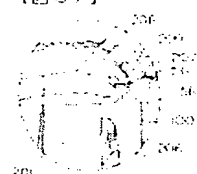
【图 21】



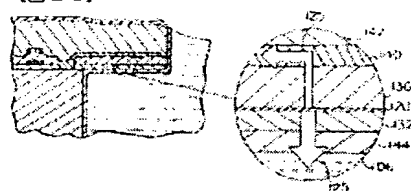
【图 22】



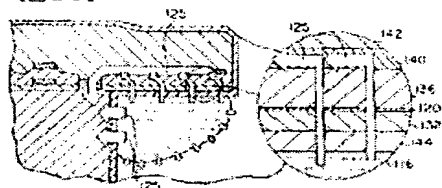
【图 23】



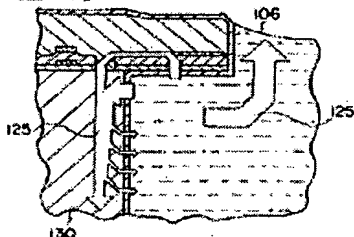
【图 24】



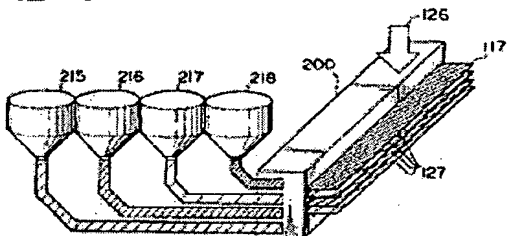
【图 25】



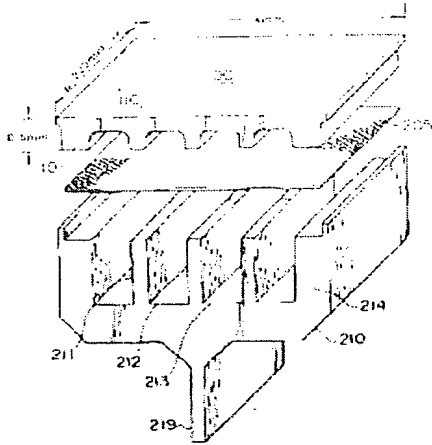
【图 26】



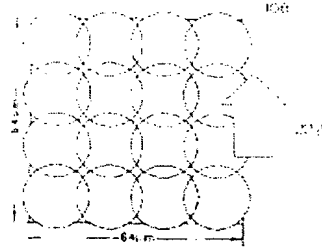
【图 27】



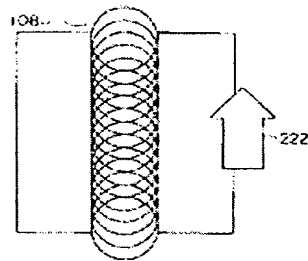
【図 3 8】



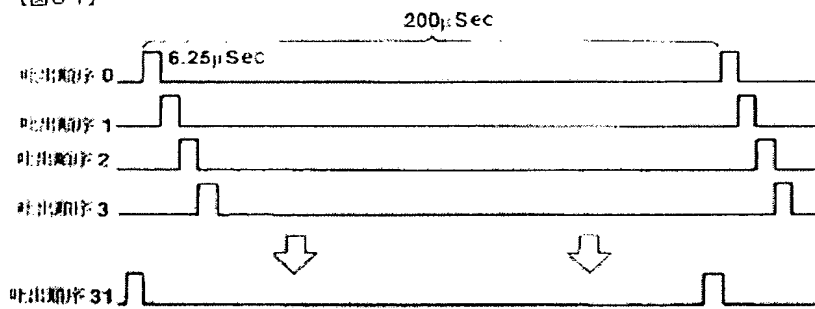
【図 3 9】
(A)



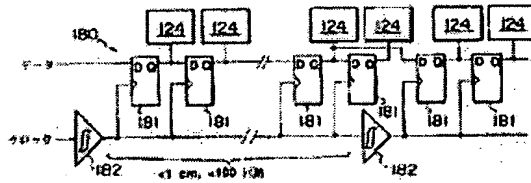
(B)



【図 3 1】



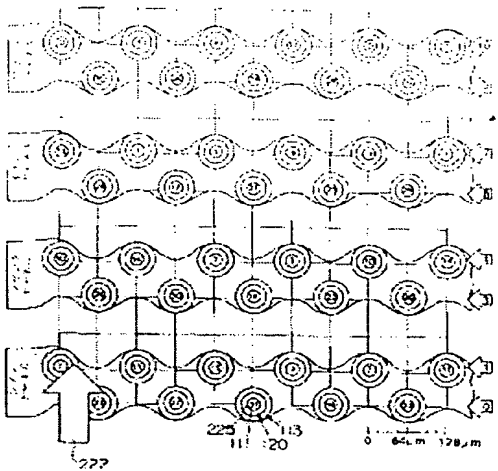
【図 4 3】



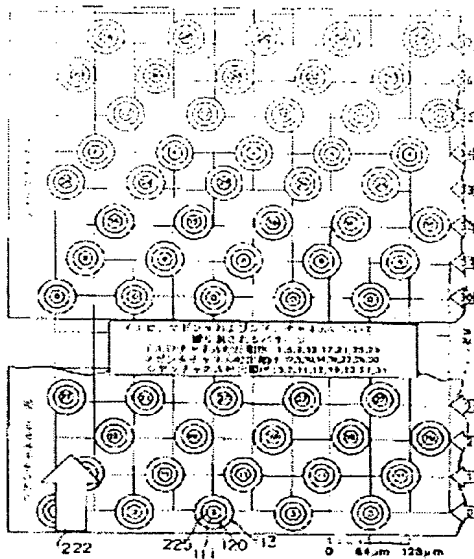
【図 4 7】



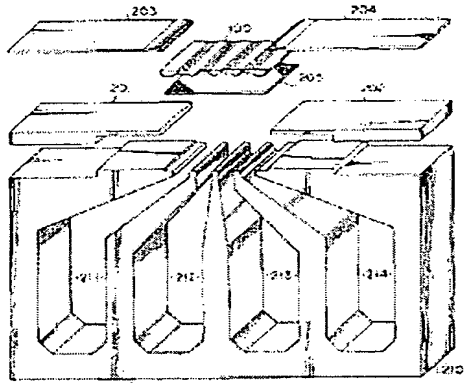
【图 3 2】



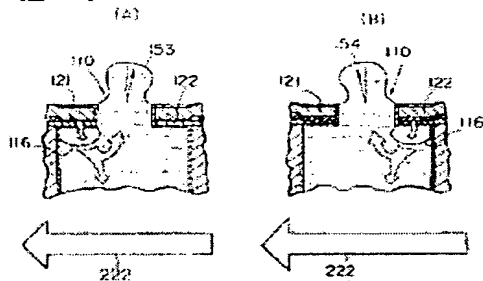
【图 3 3】



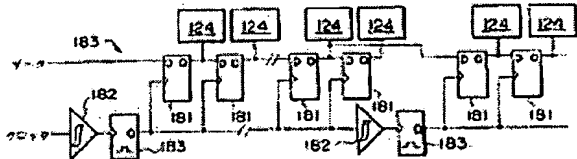
【图 3 4】



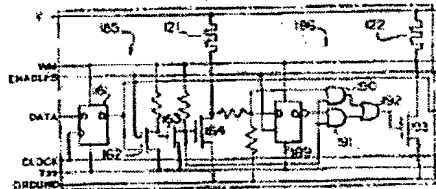
【图 3 5】



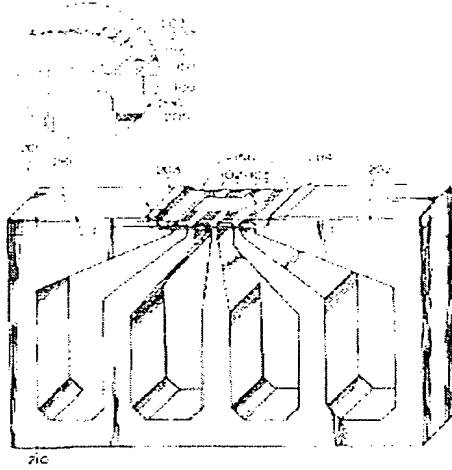
【图 4 4】



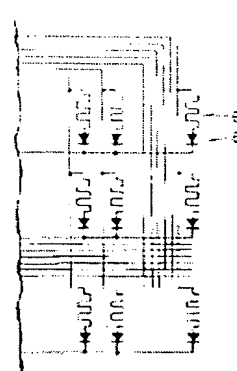
【图 4 8】



【図36】



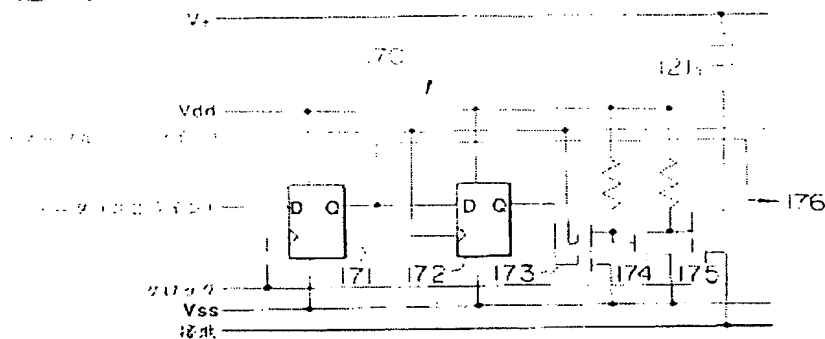
【図38】



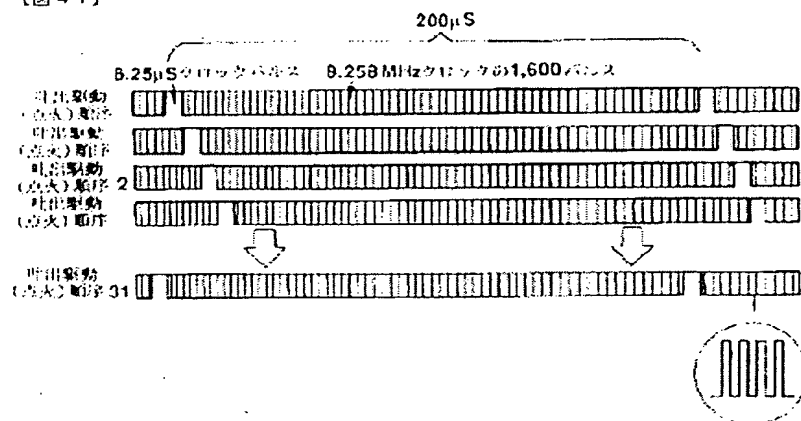
【図39】



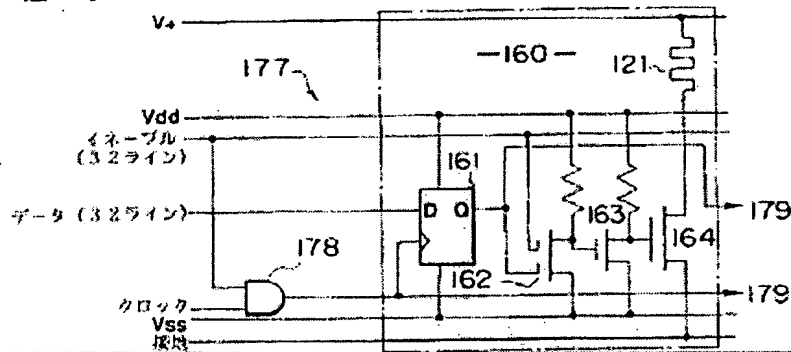
[104]



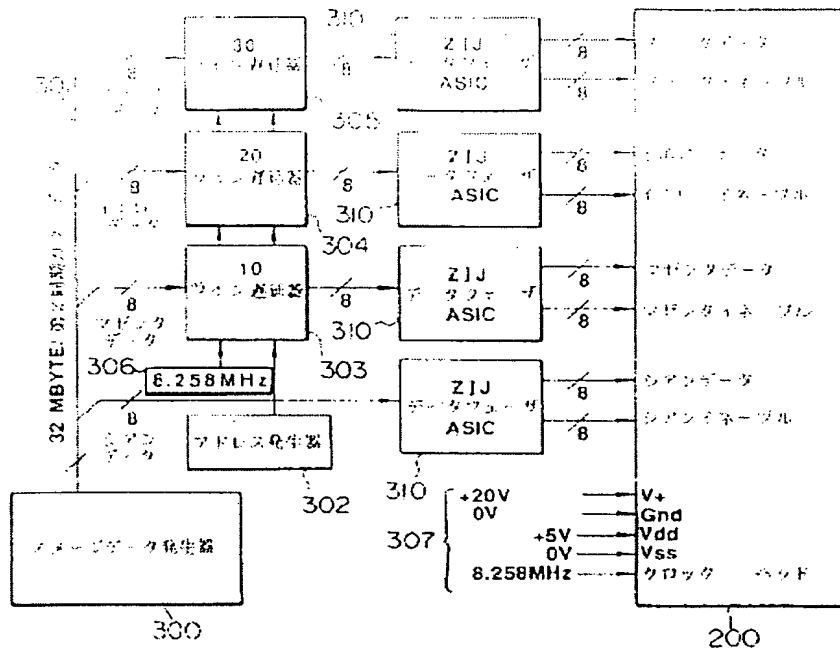
【圖 41】



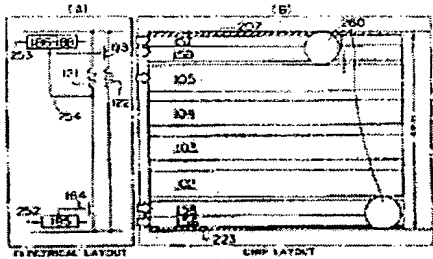
【圖 42】



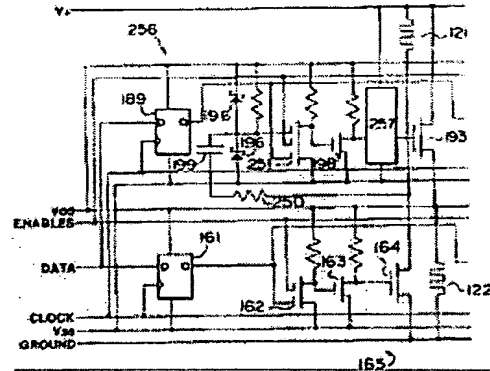
【図45】

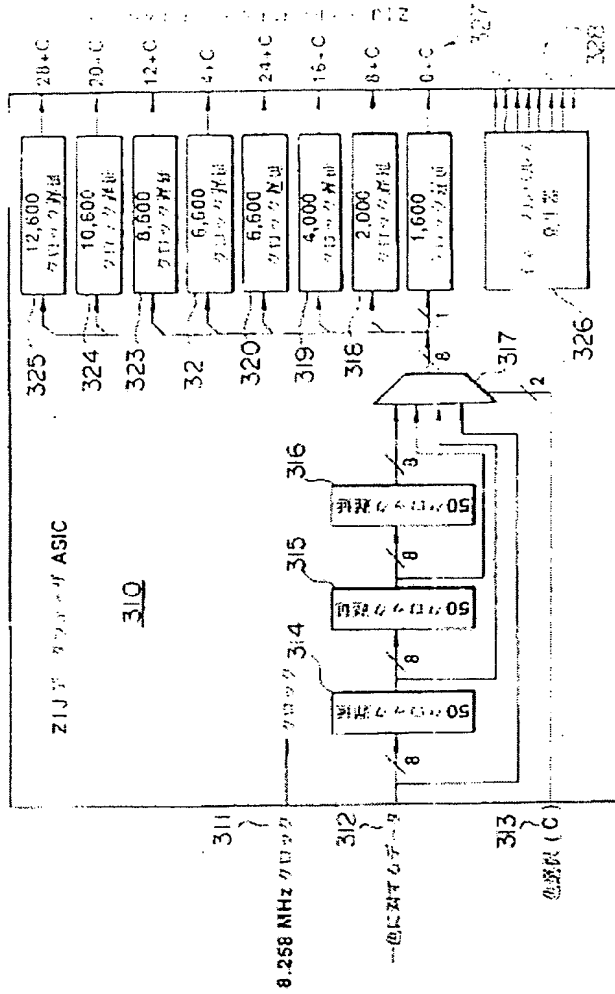


【図51】



【図53】

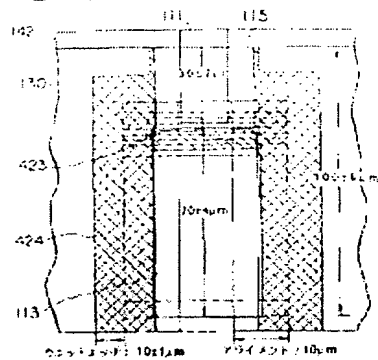




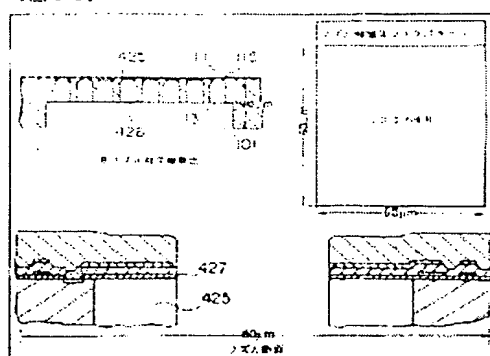
[illegible][illegible]

Figure 1: Schematic diagram of the experimental apparatus. The diagram shows a cross-section of the specimen (top left) and a top-down view (top right). The cross-section shows layers 136 and 412. The top-down view shows a circular hole with a diameter of 60mm and a height of 40mm. The top-down view also shows a 4:3 aspect ratio and a 4:10 ratio. The bottom view shows the specimen's base with layers 410, 136, and 411, and a 60mm width.

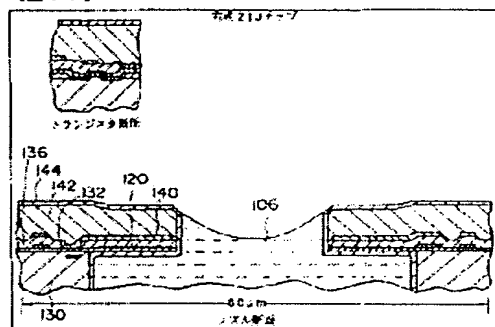
【図 67】



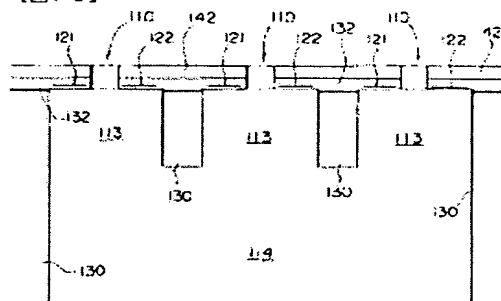
【図 68】



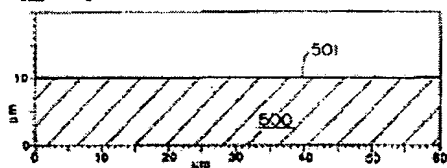
【図 69】



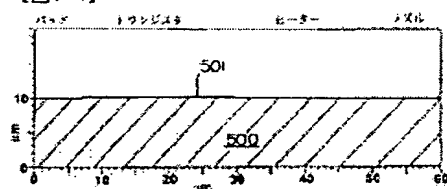
【図 70】



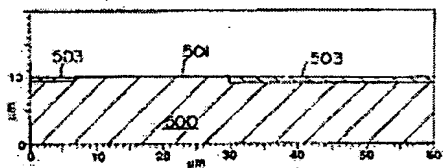
【図 73】



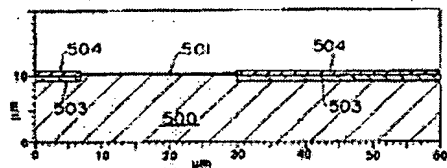
【図 74】



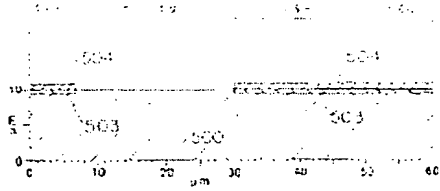
【図 75】



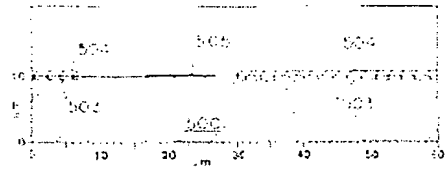
【図 76】



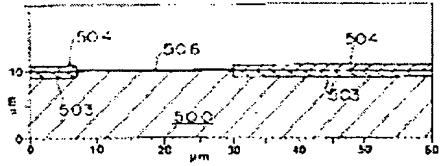
【図 77】



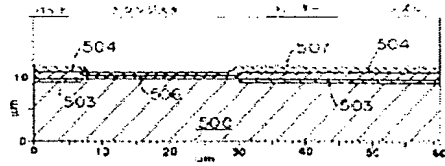
【図 78】



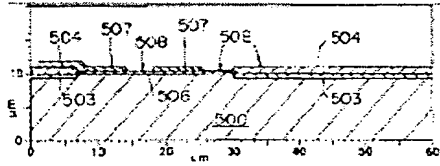
【図 79】



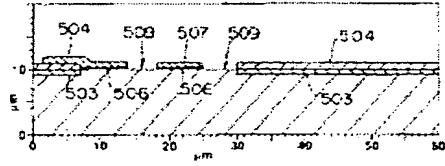
【図 80】



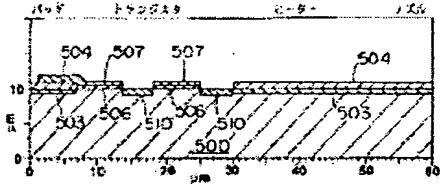
【図 81】



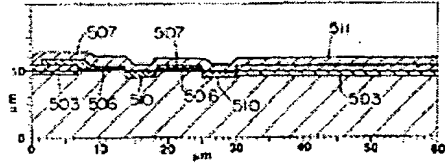
【図 82】



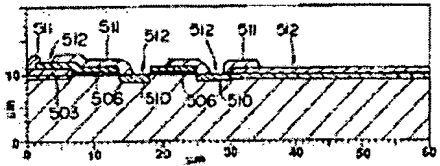
【図 83】



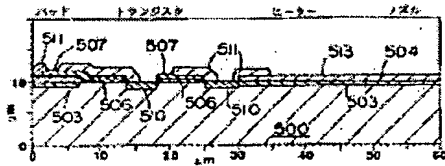
【図 84】



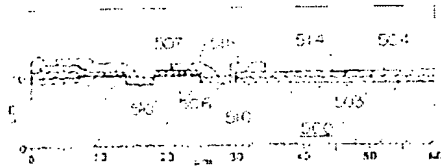
【図 85】



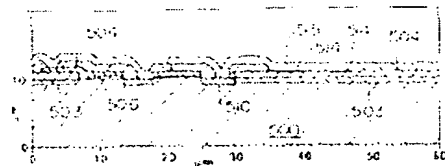
【図 86】



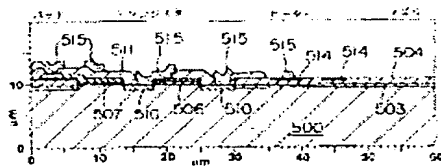
【図87】



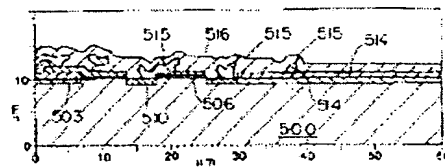
【図88】



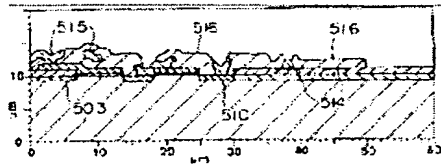
【図89】



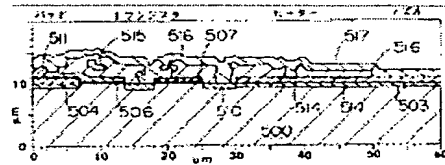
【図90】



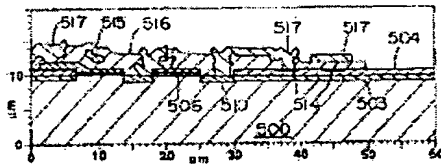
【図91】



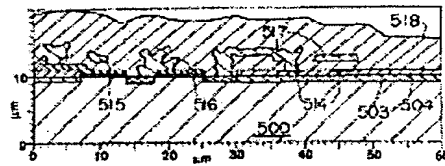
【図92】



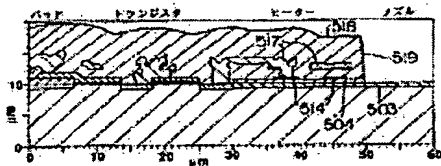
【図93】



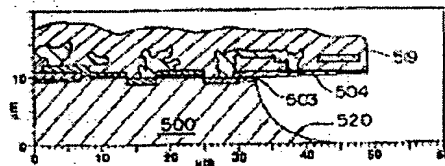
【図94】



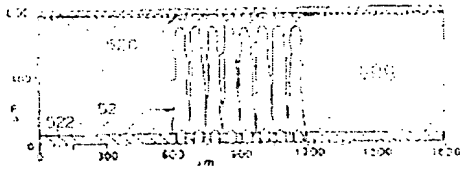
【図95】



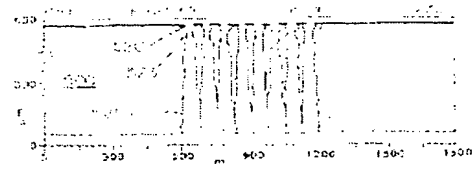
【図96】



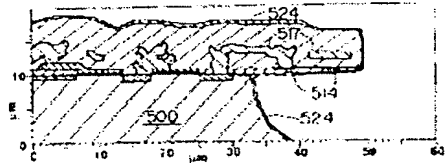
【図97】



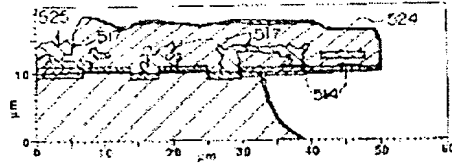
【図98】



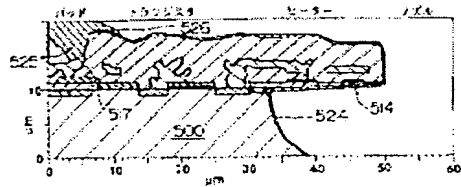
【図99】



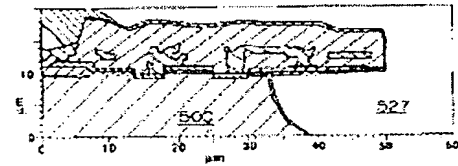
【図100】



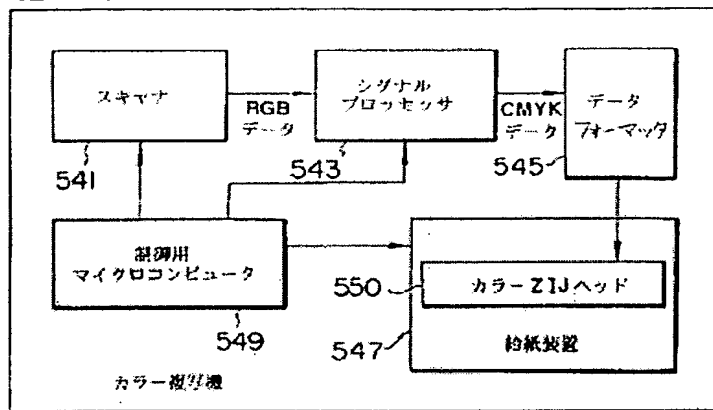
【図101】



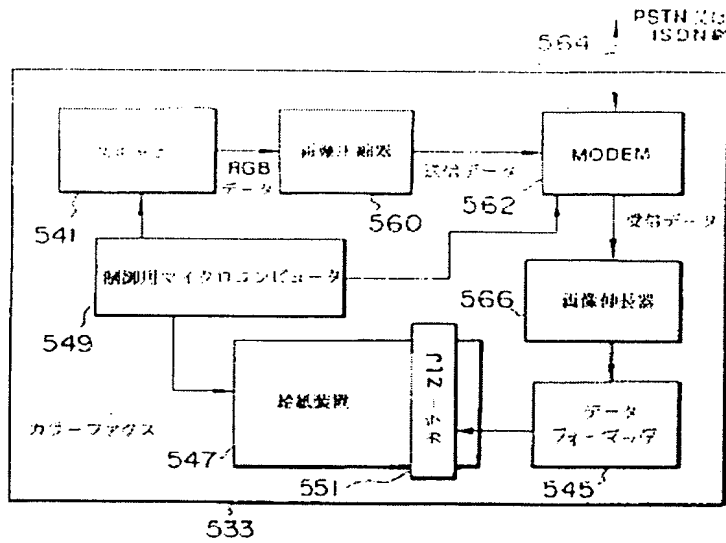
【図102】



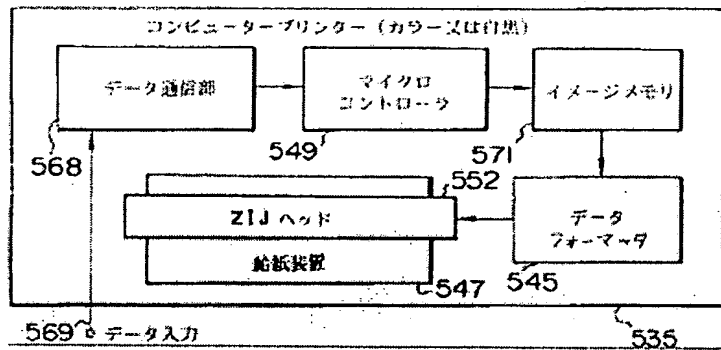
【図103】



【図104】



【図105】



```

graph LR
    574[ビデオ入力] --> 573[ビデオ入力部]
    573 --> 549[マイクロコントローラ]
    549 --> 575[A/D変換器]
    549 --> 553[D/A変換器]
    575 --> 543[RGB信号]
    575 --> 553[CMYK信号]
    553 --> 547[ビデオプリンタ]
    553 --> 545[ビデオ出力部]
    547 --> 545
    545 --> 537[ビデオ出力]
  
```

Figure 1 is a block diagram of the system architecture. It shows a host computer (ホストコンピュータ) 577 connected to a data pump (データポンプ) 579. The data pump is connected to a data formatter (データフォーマッタ) 545. The data formatter is connected to a printer (印刷装置) 547, which contains a RIP (Raster Image Processor) 553. A control logic block (制御ロジック) 581 is connected to the data pump 579 and the printer 547. The printer 547 is also labeled as a page printer (ページプリンタ).

(71)出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 キア シルバブルック
オーストラリア国 2025 ニュー サウス
ウェールズ州、ウオララ、バサースト
ストリート 40

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.